

125.824

**KETERKAITAN ANTARA TATA LETAK & SUDUT BUKAAN JENDELA
TERHADAP KENYAMANAN THERMAL
PADA GOR JATIDIRI SEMARANG**



Tesis

Untuk memenuhi persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2

Magister Teknik Arsitektur

Moch Fathoni Setiawan
NIM: L4B099077

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2002**

TESIS

KETERKAITAN ANTARA TATA LETAK DAN SUDUT BUKAAN JENDELA DENGAN KENYAMANAN THERMAL PADA GOR JATIDIRI SEMARANG

Disusun oleh

Moch Fathoni Setiawan

L4B 099 077

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 1 Juli 2002

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Menyetujui,

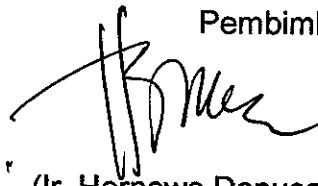
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama,



(Dr. Ing. Gagoek Hardiman)

Pembimbing Kedua,



(Ir. Hernowo Danusaputro, M.T.)



Ketua Program Studi
Magister Teknik Arsitektur



(Ir. Totok Rusmanto, M. Eng.)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan, beberapa derajat (Q.S. Al-Mujadalah: 11)

Hari ini harus lebih baik dari kemarin (penulis)

Persembahan :

*Buat kedua orang tua yang tercinta,
Kakak dan adik tersayang,
Seseorang yang tercinta,
Rekan-rekan seperjuangan.*

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dan hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, 18 Juni 2002



Moch Fathoni Setiawan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmatNya sehingga penyusunan Tesis dengan judul:

KETERKAITAN ANTARA TATA LETAK DAN SUDUT BUKAAN JENDELA
TERHADAP KENYAMANAN TERMAL PADA GOR JATIDIRI SEMARANG
dapat terselesaikan dengan baik.

Kecenderungan yang terjadi pada tiap bangunan adalah menggunakan sudut bukaan jendela yang sama pada tiap sisi bangunan, padahal fungsi dan kebutuhan ventilasi alaminya berbeda. Demikian pula pada GOR Jatidiri yang memiliki dua fungsi yang berbeda yaitu pada tribun dan arena. Permasalahan pada GOR Jatidiri adalah ketidaknyamanan termal pada tribun dan kecepatan angin yang tinggi pada arena. Berdasarkan hal itu penulis melakukan penelitian terhadap tata letak dan sudut bukaan jendela pada GOR Jatidiri.

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pengembangan ilmu arsitektur tropis di Indonesia terutama yang menyangkut ventilasi alami pada suatu bangunan GOR. Diharapkan pula hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengelola GOR dalam mengatasi masalah kenyamanan termal sebagai alternatif yang murah dibandingkan jika menggunakan pengkondisian udara buatan (penghematan energi).

Akhirnya, penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada: DR. Ing. Gagoek Hardiman selaku pembimbing utama, Ir. Hernowo Danusaputro, M.T. selaku pembimbing kedua, dan DR. Drs. Wahyu Setiabudi, M.S. selaku penguji. Tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada Bapak Bambang beserta staf pengelola GOR Jatidiri, Pimpinan BMG Semarang beserta staf, Pengelola MTA UNDIP dan rekan-rekan di MTA UNDIP yang telah membantu, serta bantuan dari keluarga, teman-teman yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Harapan penulis, semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait dengan penelitian ini.

Semarang, 1 Juli 2002

Penulis,
Moch Fathoni setiawan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
 I. PENDAHULUAN	 1
I.1. Latar belakang Permasalahan	1
I.2. Permasalahan	4
I.3. Tujuan	5
I.4. Manfaat Penelitian	5
I.5. Batasan-batasan	5
I.6. Keaslian Penelitian	7
I.7. Sistematika Pembahasan	8
 II. KAJIAN PUSTAKA.....	 10
II.1. Iklim Tropis Lembab dan Kenyamanan Termal	10
II.1.1. Daerah Iklim Tropis Lembab	10
II.1.2. Konsep Perencanaan Berdasarkan Iklim (perencanaan bioklimatik)	11
II.1.3. Perlunya Faktor Kenyamanan (comfort) Termal Dalam Ruangan	12
II.1.4. Temperatur Efektif	13

II.1.5. Temperatur udara	15
II.1.6. Kelembaban Udara	16
II.1.7. Posisi Geografis dan Kondisi Iklim Kota Semarang	16
II.1.8. Kecerahan Matahari	17
II.2. Penghawaan	17
II.2.1. Sistem Penghawaan dan Tata Alir Udara	17
II.2.2. Gerakan Udara	18
II.2.3. Prinsip Pergerakan Udara	20
II.2.4. Tata Udara	20
II.2.5. Ventilasi Silang	22
II.3. Gedung Olah Raga (GOR)	25
II.3.1. Pengertian dan Klasifikasi GOR	25
II.3.2. Tata Cahaya	28
II.3.3. Tata Udara	29
III. METODOLOGI PENELITIAN	30
III.1. Metode Penelitian	30
III.2. Penentuan Sudut Buka-an Jendela	30
III.3. Penentuan Tata letak Variasi Buka-an.....	33
III.4. Langkah Penelitian	37
IV. GAMBARAN UMUM GEDUNG OLAH RAGA (GOR) JADTIDIRI	41
V. ANALISIS PENELITIAN	50
V.1. Analisis Kenyamanan Termal GOR	
Dengan Menggunakan Parameter Temperatur Efektif	50
V.1.1. Analisis Temperatur Efektif Potongan A-A.....	50
V.1.2. Analisis Temperatur Efektif Potongan B-B.....	59
V.1.3. Analisis Temperatur Efektif Potongan C-C	67
V.2. Analisis Pergerakan Udara pada Arena	
Dengan Menggunakan Acuan Skala Beaufort	76
V.2.1. Analisis Kecepatan Angin Potongan C-C	76
V.2.2. Analisis Kecepatan Angin Potongan D-D	84

V.2.3. Analisis Kecepatan Angin Potongan A-A	93
V.2.4. Analisis Kecepatan Angin Potongan B-B	100
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	107
VI.1. KESIMPULAN	107
VI.2. SARAN	107
VII. DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	110

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Suhu udara, Kelembaban, kecepatan angin serta arah angin Di Kota Semarang tahun 1994 – 1999	16
2. Kecerahan Matahari di Semarang tahun 1995 – 1999	17
3. Skala Beaufort	19
4. Klasifikasi dan penggunaan bangunan gedung olah raga	26
5. Ukuran minimal matra ruang gedung olah raga	26
6. Kapasitas penonton gedung olah raga	27
7. Prosentase kecepatan Angin di dalam ruang terhadap kecepatan angin di luar pada daun jendela type gantung horisontal, dengan arah angin luar bersudut 45 derajat terhadap bukaan	32
8. Pertimbangan waktu pengukuran	39

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Diagram TE	15
2. Berbagai variasi pola aliran udara dalam ruang terhadap letak dan ketinggian <i>outlet – inlet</i>	24
3. Berbagai variasi pola aliran udara dalam ruang Pada beberapa bentuk <i>sashes, canopies</i> dan <i>louvres</i>	25
4. Ukuran tinggi langit-langit terhadap daerah permainan	27
5. Titik terjauh dari sumber cahaya	28
6. Penentuan sudut bukaan	31
7. Berbagai sudut bukaan dan arah angin	31
8. Pola angin pada jendela dengan slot dan tanpa slot	32
9. Variasi bukaan	33
10. Bukaan dinding dan kecepatan aliran udara dalam ruang (arah angin datang 45 derajat	34
11. Penentuan lebar bukaan berdasarkan analogi dari bukaan gambar 10	35
12. Penentuan titik pengukuran pada tribun dan arena	38
13. Variasi sudut bukaan jendela	39
14. Peta lokasi GOR Jatidiri	41
15. Master plan GOR Jatidiri	42
16. Tampak depan GOR Jatidiri	44
17. Potongan melintang GOR	46
18. Denah Lt. 1 GOR Jatidiri	46
19. Denah tribun GOR Jatidiri	47
20. Denah Lt. 2 GOR Jatidiri	47
21. Foto tampak depan GOR Jatidiri	48
22. Foto tampak samping (barat) GOR Jatidiri	48
23. Foto letak jendela dan lebar tritisan GOR Jatidiri	49
24. Foto bukaan jendela dilihat dari dalam GOR Jatidiri	49
25. Potongan A-A	51

26. Potongan B-B	60
27. Potongan C-C	68
28. Potongan D-D	85

DAFTAR GRAFIK

Nomor	Halaman
1. Temperatur Efektif Potongan A-A	51
2. Temperatur Efektif Potongan B-B	60
3. Temperatur Efektif Potongan C-C	68
4. Kecepatan Angin Potongan C-C	77
5. Kecepatan Angin Potongan D-D	85
6. Kecepatan Angin Potongan A-A	71
7. Kecepatan Angin Potongan B-B	101

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Tabel Kelembaban relatif (RH=Relative Humidity) dalam %	110
2. Tabel hasil pengukuran iklim posisi 1	112
3. Tabel hasil pengukuran iklim posisi 2	113
4. Tabel hasil pengukuran iklim posisi 3	114
5. Tabel hasil pengukuran iklim posisi 4	115
6. Tabel hasil pengukuran iklim posisi 5	116
7. Tabel hasil pengukuran iklim posisi 6	117
8. Contoh 1 perhitungan TE dengan menggunakan diagram TE	118
9. Contoh 2 perhitungan TE dengan menggunakan diagram TE	119
10. Contoh 3 perhitungan TE dengan menggunakan diagram TE	120
11. Alat dan sarana pengukur dalam penelitian	121
12. Foto sudut bukaan jendela yang diteliti pada GOR Jatidiri	122

Abstrak

Kecenderungan yang dilakukan arsitek dari tiap rancangan bangunan adalah dengan menggunakan satu jenis sudut bukaan jendela dalam satu dinding/bangunan yang sama, padahal fungsi dari tiap-tiap bagian ruang adalah berbeda bahkan dalam satu ruang besar. Terdapat sudut/sisi ruang yang berbeda fungsi dan kebutuhan ventilasi alaminya (kecepatan angin) sebagai upaya menciptakan kenyamanan termal. Memperhatikan hal tersebut timbul suatu pemikiran, jika dalam satu ruang besar terdapat fungsi yang berbeda pada tiap sudut atau sisinya sehingga kebutuhan pergerakan udaranya berbeda, maka dengan mengatur tata letak jendela dengan sudut bukaan yang berbeda diharapkan kebutuhan akan pergerakan udara yang berbeda dapat terpenuhi (kenyamanan thermal terpenuhi). Mempertimbangkan hal tersebut diatas, maka penulis dalam penelitian ini mengambil kasus pada Gedung Olah Raga (GOR) Jatidiri Semarang. GOR ini merupakan satu ruang besar yang memiliki dua fungsi utama berbeda yaitu pada tribun dan pada arena permainan. Kedua fungsi tersebut memiliki problem yang berbeda pula. Permasalahan yang timbul pada GOR adalah ketidaknyamanan termal pada tribun dan kecepatan angin yang cukup tinggi pada arena. Kondisi ini membawa pemikiran mengenai kemungkinan tata letak dan sudut bukaan jendela pada GOR ini yang tidak tepat, untuk itu perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dengan cara bervariasi tata letak bukaan jendela dengan kombinasi sudut bukaan yang sesuai. Kemudian dilakukan analisis kenyamanan termal dengan menggunakan parameter temperatur efektif (TE) pada tribun dan Skala Beaufort pada arena. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh gambaran mengenai pengaruh tata letak dan sudut bukaan jendela terhadap kenyamanan termal pada GOR Jatidiri sekaligus dapat diketahui kemungkinan pemecahannya. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu arsitektur tropis di Indonesia terutama yang menyangkut ventilasi alami pada suatu bangunan Gedung Olah Raga. Diharapkan pula hasil penelitian ini dapat dipergunakan bagi pengelola GOR Jatidiri (atau pemerintah dan swasta) dalam mengatasi masalah kenyamanan thermal dalam GOR sebagai alternatif yang murah dibandingkan jika menggunakan pengkondisian udara buatan (penghematan energi). Hasil penelitian memperlihatkan pembuktian bahwa pada kondisi eksisting memang terjadi ketidaknyamanan pada tribun dan arena. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, bahwa posisi 3 yaitu posisi dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi-sisi yang berseberangan utara-selatan masing-masing sebanyak 28 jendela (1/3 L) dan jendela lainnya dibuka selebar 15 derajat, merupakan posisi yang mempunyai kenyamanan baik dari segi temperatur efektif maupun kecepatan angin. Pada posisi 3 tersebut tepat untuk permainan bulu tangkis, sedangkan permainan lain yang tidak dipengaruhi kecepatan angin dapat menggunakan posisi 2 dan posisi 3.

Abstract

On any building design, architect usually tends to use a typical angle of window leaves, even they're located in the same walls or buildings, whereas in fact the function of each room is vary. In order to create a thermal comfortability, there are differences in functions and the needs of natural ventilation to each room. If the function of each side of wall in a single capacious room is not same, a condition that makes the differences in the need of air ventilation, it is quite clear that by arranging the window's position with various angle of window leaves, a thermal comfortability can be attained. Considering to what mentioned above, GOR Jatidiri Semarang (Semarang Sports hall) is taken to be the sample for the case study. This buildings is a single capacious building which has 2 main function, the arena and the tribune each has different problems in air ventilation. The tribune is so uncomfot due to air ventilation. On the other hand, the wind blows fast in the arena. The window position and the angle of window leaves could be the cause of this condition. Due to this idea, the research need to be continued by making variation in the windows position and their leaves angle. The ET (effective themperature) is used in the thermal comfortability analize of the tribune and Beauforts scale is use for the arena. The goal of this research is to know the connection of windows position and their leaves angle to the thermal comfortability in GOR Jatidiri, and looking for the problem solving subsequently. Besides, this research is conducted with the hope it can be useful for the development of tropical architecture field in Indonesia, mainly things about natural ventilation in sports halls. The management of GOR Jatidiri Semarang can also use this research as an inexpensive alternative in handling their problem in thermal comfortability. The result of this research shows that there is a thermal uncomfotability in the arena and the tribune. After the experiment by changing the windows position and their leaves angles it is found that position 3, position where the window leaves angles is 90° on the north-south walls many as 28 windows (1/3L) whereas the rest are opened as wide as 15° is considered to be the most comfortable for both the temperature and wind speed. This position 3 is quite suitable for badminton, whereas another game which is not affected by the wind speed is able to use position 2 or position 3.

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Permasalahan

Karya arsitektur (bangunan) dalam abad modern ini setidaknya harus dapat memenuhi tiga macam sasaran. Pertama, bangunan harus merupakan produk dari suatu kerja seni (*work of art*). Kedua, bangunan harus mampu memberikan kenyamanan (baik psikis maupun fisik) bagi penghuninya. Dan yang terakhir, bahwa bangunan perlu hemat terhadap pemakaian energi (Karyono, 1999).

Sasaran yang pertama sudah jelas bagi suatu karya arsitektur kalau tidak ingin kesulitan dalam mendapatkan tempat dalam catatan sejarah arsitektur (tiga elemen pembentuk arsitektur Vitruvius: *utility*, *firminess* dan *beauty*).

Pada dasarnya arsitektur merupakan wadah kegiatan manusia agar kegiatan itu dapat terselenggara secara nyaman. Dengan kata lain salah satu fungsi utama bangunan adalah untuk pemenuhan kenyamanan baik psikis maupun fisik bagi manusia penghuni. Kenyamanan psikis terkait dengan kepercayaan, agama, aturan dan sebagainya. Aspek ini bersifat personal, kualitatif dan tak terukur secara kuantitatif. Sementara itu kenyamanan fisik lebih bersifat universal dan dapat dikuantifikasi. Kenyamanan fisik terdiri: kenyamanan ruang (*spatial comfort*), kenyamanan penglihatan (*visual comfort*), kenyamanan pendengaran (*audial comfort*) dan kenyamanan suhu (*thermal comfort*). Dari keempat kenyamanan fisik diatas, kalau kita kaitkan dengan

sasaran ketiga mengenai bangunan yang hemat energi, maka kenyamanan suhu mempunyai kaitan yang erat.

Masalah yang harus dipecahkan pada iklim tropis sebagaimana halnya Indonesia adalah bagaimana menciptakan suhu udara ruang agar berada dibawah $28,3^{\circ}\text{C}$ (batas atas suhu hangat nyaman) sementara suhu udara luar berkisar pada 32°C (siang hari). Ada beberapa strategi pencapaian suhu nyaman, yaitu dengan *pengkondisian udara secara mekanis* dan *pengkondisian udara secara alamiah*. Pengkondisian Udara Secara mekanis dapat secara mudah dilakukan dan dalam hal ini peran arsitek sangat kecil dibanding para *engineer*. Pada Pengkondisian udara secara alamiah, arsitek banyak memegang peranan. Bagaimana arsitek mampu memodifikasi udara luar yang tidak nyaman menjadi nyaman melalui karya arsitektur. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan dalam kaitannya dengan memodifikasi iklim secara alamiah adalah: 1) penanaman pohon sebagai penghalang radiasi matahari langsung, 2) Pendinginan malam hari lewat penggunaan bahan material dengan massa berat (beton, bata), 3) Meminimalkan perolehan panas (*heat gain*) dari radiasi matahari pada bangunan, 4) memaksimalkan pelepasan panas dalam bangunan, dengan rancangan arsitektur yang memungkinkan terjadinya aliran udara silang secara maksimum dalam bangunan, 5) rancangan kota tropis, dimana tiap tempat memiliki karakter iklim yang berbeda sehingga harus memiliki rancangan kota yang berbeda.

Dalam hal memaksimalkan pelepasan panas dalam bangunan lewat ventilasi silang, telah banyak dilakukan penelitian-penelitian ventilasi alami baik dengan model maupun tidak. Beberapa penelitian dilakukan dengan

pengukuran pada berbagai type dan bentuk jendela, luas jendela baik vertikal maupun horisontal, bervariasi sudut bukaan, yang kesemuanya bertujuan untuk memperoleh pengkondisian udara secara alamiah.

Kecenderungan yang dilakukan arsitek dari tiap rancangan bangunan adalah dengan menggunakan satu jenis sudut bukaan jendela dalam satu dinding yang sama, padahal fungsi dari tiap-tiap bagian ruang adalah berbeda bahkan dalam satu ruang besar, terdapat sudut/sisi ruang yang berbeda fungsi dan kebutuhan ventilasi alaminya (kecepatan angin) sebagai upaya menciptakan kenyamanan termal.

Memperhatikan hal tersebut timbul suatu pemikiran, jika dalam satu ruang besar terdapat fungsi yang berbeda pada tiap sudut atau sisinya sehingga kebutuhan pergerakan udaranya berbeda, maka dengan mengatur tata letak jendela dengan sudut bukaan yang berbeda diharapkan kebutuhan akan pergerakan udara yang berbeda dapat terpenuhi (kenyamanan thermal terpenuhi). Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang mendalam mengenai keterkaitan tata letak dan sudut bukaan terhadap kenyamanan thermal pada suatu bangunan yang memiliki fungsi yang berbeda pada tiap sisi /sudutnya.

Mempertimbangkan hal tersebut diatas, maka penulis dalam penelitian ini mengambil kasus pada Gedung Olah Raga (GOR) Jatidiri Semarang. GOR ini merupakan satu ruang besar yang memiliki dua fungsi utama berbeda yaitu pada tribun dan pada arena permainan. Kedua fungsi tersebut memiliki problem yang berbeda pula.

Dalam penggunaan sehari-hari ternyata timbul masalah ketidaknyamanan, baik pada tribun maupun pada arena. Pada tribun terjadi

ketidaknyamanan termal, dimana pada kondisi biasa dimana jendela terbuka semua, suhu udara dalam ruangan mencapai 30°C (di bawah suhu kulit 35° , bisa dilakukan pendinginan melalui pengudaraan, Lippsmeier, 1994), sedangkan pada arena terjadi tiupan angin yang cukup kencang. Oleh karena itu pada waktu diadakan Indonesia Open yang merupakan *event* internasional dengan terpaksa jendela harus ditutup semua agar pertandingan dapat dilangsungkan. Ini berarti bahwa tiupan angin pada arena harus dikurangi sedangkan pada tribun perlu ditambah untuk mengeliminir panas yang terjadi.

Dari penjelasan diatas dapatlah disimpulkan bahwa karena bentuk bukaan jendela dengan sudut daun jendela 45° , maka aliran angin akan naik keatas akibatnya pada tribun akan terjadi angin mati (tidak ada/sedikit aliran udaranya), artinya pada jendela tersebut sudut bukaannya perlu diperbesar sehingga mampu mengalirkan udara turun kebawah mencapai tribun. Sebaliknya pada arena meskipun aliran udara sudah naik (dengan sudut 45° tersebut) ternyata masih mengganggu permainan, artinya sudutnya perlu diperkecil agar aliran udara lebih tinggi lagi.

1.2. Permasalahan

Dari latar belakang tersebut dapat diketahui bahwa permasalahan yang timbul adalah ketidaknyamanan termal pada tribun dan kecepatan angin yang cukup tinggi pada arena. Kondisi ini membawa pemikiran mengenai kemungkinan tata letak dan sudut bukaan jendela pada GOR ini yang tidak tepat, untuk itu perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dengan cara bervariasi tata letak bukaan jendela dengan kombinasi sudut bukaan yang

sesuai. Kemudian dilakukan pengukuran kenyamanan termal dengan menggunakan parameter temperatur efektif (TE).

I.3. Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh gambaran mengenai pengaruh tata letak dan sudut bukaan jendela terhadap kenyamanan termal pada GOR Jatidiri sekaligus dapat diketahui kemungkinan pemecahannya.

I.4. Manfaat Penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu arsitektur tropis di Indonesia terutama yang menyangkut ventilasi alami pada suatu bangunan Gedung Olah Raga.

Diharapkan pula hasil penelitian ini dapat dipergunakan bagi pengelola GOR Jatidiri (atau pemerintah) dalam mengatasi masalah kenyamanan thermal dalam GOR sebagai alternatif yang murah dibandingkan jika menggunakan pengkondisian udara buatan (penghematan energi).

Bagi peneliti, diharapkan dapat memberikan pengalaman berharga dalam meneliti agar mampu melakukan penelitian yang lebih baik lagi di masa depan.

I.5. Batasan-batasan

1. Mengingat bangunan GOR harus mengikuti standar yang baku, maka agar penelitian dapat dilakukan, dari bentuk bukaan jendela tersebut yang dapat divariasikan adalah sudut daun jendela (sehingga tidak

mengurangi luas lobang cahaya), sedangkan tinggi jendela dan luas lubang cahaya adalah tetap.

2. Mengingat pemecahan yang diharapkan adalah mengurangi kecepatan angin pada arena dan mengalirkan angin ke daerah tribun, maka sudut daun jendela yang akan divariasikan hanya yang bersudut 15 dan 90 derajat serta sudut 45 derajat sebagai pembanding dengan pertimbangan: sudut 45 adalah sudut eksisting dan menurut penelitian *Texas Engineering Experiment Station USA*, sudut <90 derajat akan mengalirkan angin keatas sedang sudut ≥ 90 derajat (yang menggunakan slot) akan sama efeknya dengan jendela yang terbuka tanpa daun jendela dan mengalirkan udara kebawah (lippsmeier, 1994 dan Boutet, 1987). Sedangkan menurut penelitian pada lab fisika jurusan arsitektur ITI tahun 1999/2000, diketahui bahwa kecepatan angin pada sudut 15 dan 30 nilainya lebih kecil dibandingkan dengan sudut 45 derajat, pada sudut 60 dan 90 nilainya lebih besar dibandingkan sudut 45 derajat.
3. Indikasi kenyamanan thermal pada penelitian ini dibatasi hanya dengan menggunakan parameter *Temperatur Efektif* (TE) yang mempunyai variabel:
 - 1) Gerakan udara/kecepatan angin,
 - 2) Temperatur udara,
 - 3) Kelembaban udara.
4. Pada arena yang menjadi tolok ukur adalah kecepatan angin sebab sebagaimana pengalaman dalam menyelenggarakan Indonesia Open,

bahwa pengaruh angin sangat besar, sehingga dengan menutup jendela maka pertandingan dapat dilangsungkan.

5. Karena Penelitian tesis ini dibatasi oleh waktu, sedangkan arah angin selalu berubah setiap bulannya (untuk kota Semarang selama tahun 1994-1999 arah angin dominan adalah arah barat laut, yaitu ada 5 tahun dalam kurun 6 tahun, 1 tahun sisanya kearah tenggara, jadi arah angin berada pada poros tenggara-barat laut), khusus tahun 1999 arah angin dominan adalah arah barat laut (8 bulan) sisanya arah tenggara, maka pengukuran dapat dilakukan dalam bulan apapun dalam satu tahun dengan arah angin dominan barat laut.

1.6. Keaslian Penelitian

Berdasarkan studi kepustakaan yang dilakukan peneliti, bahwa penelitian mengenai variasi tata letak bukaan dengan sudut yang berbeda belum pernah diteliti. Adapun kajian pustaka yang penulis lakukan menemukan adanya penelitian mengenai ventilasi buatan yang pernah dilakukan (menggunakan model bangunan dalam terowongan angin) adalah:

1. Faktor koreksi luas bukaan untuk perhitungan laju aliran udara jika luas lubang udara masuk tidak sama dengan luas udara keluar.
2. Pengaruh sudut datang angin pada lubang ventilasi terhadap laju aliran udara.
3. Pengaruh kedudukan daun jendela terhadap arah dan kecepatan aliran udara di dalam bangunan.

4. Distribusi kecepatan aliran udara di dalam model rumah sederhana type D-36

Pada point no 3 , penelitian tersebut dilakukan pada rumah tinggal dengan bermacam-macam sudut bukaan, tetapi tanpa menvariasikan sudut bukaan satu dengan sudut bukaan lain (Soegijanto, 1998).

I.7. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dibagi menjadi enam bab sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Merupakan gambaran umum dalam penelitian ini yang terdiri dari : latar belakang permasalahan, permasalahan, tujuan, manfaat penelitian, batasan-batasan, keaslian penelitian serta sistematika pembahasan.

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

Berisikan landasan teori terutama yang menyangkut masalah iklim tropis dan yang berkaitan erat dengan kenyamanan termal,, penghawaan serta persyaratan gedung olah raga.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai metode penelitian, penentuan sudut bukaan dan tata letak variasi bukaan jendela serta langkah penelitian

BAB IV. GAMBARAN UMUM GEDUNG OLAH RAGA JATIDIRI SEMARANG.

Pada bab ini menggambarkan secara umum informasi tentang GOR yang terkait dengan lokasi, tata letak bangunan, ventilasi bangunan, material bangunan, dimensi, ukuran serta data-data pendukung lainnya yang merupakan pengantar bagi pembahasan pada tahapan analisis .

BAB V. TAHAPAN ANALISIS PENELITIAN

Pada tahapan ini penelitian mulai memperlihatkan pembuktian-pembuktian melalui penelitian teoritis dengan analisis studi kasus pada GOR Jatidiri berupa keterkaitan antara tata letak dan sudut bukaan jendela terhadap kenyamanan termal dengan menggunakan temperatur efektif dan skala beufort sebagai parameter analisis.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil-hasil temuan dalam tahap analisis pada bab sebelumnya.

Hasilnya apat dijadikan sumbang saran bagi semua pihak yang terkait , baik perencana maupun penentu kebijakan maupun masyarakat umum dalam perencanaan bangunan sejenis.

II. KAJIAN PUSTAKA

II.1. Iklim Tropis Lembab dan Kenyamanan Thermal

II.1.1. Daerah iklim tropis lembab

Georg Lippsmeier dalam buku '*Bangunan Tropis*' menyatakan bahwa daerah tropis berlaku untuk daerah yang meliputi lebih kurang 40 % dari luas permukaan bumi ini. Posisi daerah tropis terletak antara garis isotherm 23° . 27° utara dan selatan. Garis balik isotherm lintang utara $23^{\circ}, 27^{\circ}$ adalah garis '*cancer*' dimana matahari pada tanggal 20 juni posisinya terletak tegak lurus, sedangkan garis balik isotherm lintang selatan $23^{\circ}, 27^{\circ}$ adalah garis balik '*capricorn*' dimana pada tanggal 23 Desember berada pada posisi tegak lurus (lippsmeier, 1994).

Daerah iklim tropis lembab berada di sekitar katulistiwa sampai sekitar 15° utara dan selatan. Indonesia berada dalam daerah tropis lembab ini, dengan ciri-ciri antara lain: Kelembaban udara yang tinggi dan temperatur udara yang relatif panas sepanjang tahun. Kelembaban udara rata-rata adalah sekitar 80%, akan mencapai maksimum sekitar pukul 06.00 pagi dan minimum sekitar pukul 14.00. Kelembaban ini hampir sama untuk dataran rendah maupun dataran tinggi. Di daerah pantai dan dataran rendah, temperatur rata-rata sekitar 32° C. Makin tinggi letak suatu tempat dari permukaan laut, maka temperatur udara akan berkurang rata-rata $0,6^{\circ}$ C untuk setiap kenaikan 100 m. Ciri lain adalah curah hujan yang tinggi dengan rata-rata sekitar 1500-2500 mm pertahun. Radiasi matahari global horisontal rata-rata harian adalah sekitar 400 watt/m^2 , dan tidak banyak berbeda sepanjang tahun. Keadaan langit pada umumnya selalu berawan.

Pada keadaan awan tipis menutupi langit, luminasi langit dapat mencapai 15.000 kandela/m². Tingkat penerangan rata-rata yang dihasilkan menurut pengukuran, yang pernah dilakukan di Bandung untuk tingkat penerangan global horisontal dapat mencapai 60.000 lux. Sedang tingkat penerangan dari cahaya langit saja, tanpa cahaya matahari langsung dapat mencapai 20.000 lux dan tingkat penerangan minimum antara jam 08.00-16.00 adalah 10.000 lux. Kecepatan angin pada umumnya agak rendah. Sebagai contoh kecepatan angin di Jakarta dalam satu hari berkisar antara 1 m/s – 4 m/s. Inilah gambaran secara garis besar mengenai iklim di Indonesia yang tropis lembab.

II.1.2.Konsep perencanaan berdasarkan iklim (perencanaan bioklimatik)

Dalam seminar prinsip bioklimatik dalam perencanaan dan perancangan lingkungan binaan kota di Universitas Atma Jaya Yogyakarta 1997, Gagoek Hardiman menyatakan untuk bangunan tidak bertingkat atau pada '*low rise building*' perlu diperhatikan hal-hal yang sesuai untuk daerah iklim tropis lembab, antara lain:

- Perlindungan bukaan dinding atau jendela transparan dari radiasi matahari
- Pemanfaatan angin dengan ventilasi silang untuk menghindari akumulasi panas dan kelembaban di dalam ruang
- Penggunaan atap miring untuk memudahkan aliran air hujan.
- Jarak permukaan atap diusahakan jauh diatas lantai untuk menghindari penerusan radiasi matahari melewati atap kedalam ruangan.

- Ventilasi atap (lewat "keongan" atau sela-sela atap genting, rumbia, bambu) dapat menetralsir akumulasi panas atap dan memungkinkan gerakan udara vertikal.

Pada dasarnya konsep-konsep perencanaan yang berorientasi pada iklim setempat sudah secara umum difahami dengan gamblang, yang perlu diperhatikan hanya konsekuensi dalam pelaksanaannya.

II.1.3. Perlunya Faktor kenyamanan (*comfort*) termal dalam ruangan

Tujuan setiap perencanaan adalah untuk menciptakan kenyamanan maksimal kepada manusia. Faktor kenyamanan adalah merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan manusia, kenyamanan dalam kehidupan manusia dapat dibedakan sesuai kebutuhannya. Dalam ilmu Arsitektur dikenal paling sedikit empat macam kenyamanan: kenyamanan ruang, kenyamanan penglihatan, kenyamanan pendengaran dan kenyamanan suhu (termal). Manusia merasakan panas atau dingin merupakan wujud respon dari sensor perasa kulit terhadap stimuli suhu yang ada di sekitarnya. Sensor perasa berperan menyampaikan informasi rangsangan kepada otak, dimana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu agar melakukan antisipasi guna mempertahankan suhu tubuh agar tetap berada pada sekitar 37 C. Daerah suhu inilah yang kemudian disebut dengan 'suhu nyaman'. Secara teori jika 95% dari suatu kelompok manusia merasa nyaman pada suhu tertentu, maka suhu inilah secara teoritis didefinisikan sebagai suhu nyaman. Dari penelitian Farida Idealistina (1991) dinyatakan bahwa suhu nyaman

diperlukan manusia untuk mengoptimalkan produktifitas kerja. Dari istilah 'suhu nyaman' tersebut kita kenal juga istilah temperatur efektif (TE).

Kenyamanan tersebut diatas dikenal sebagai nyaman fisiologi, adapun kenyamanan yang lain adalah kenyamanan psikologis. Laporan Mac Pherson, *Environmental Problem in Tropical Australia*, yang diulas Belwant Sigh Saini dalam *Architecture in Tropical Australia* (Melbourne University Press, 1970) memberikan bukti-bukti menarik, bahwa ketidaknyamanan lingkungan tropis bisa mengakibatkan neurosis tropis, kelelahan tropis dan neurasthenia tropis. Sinonimnya antara lain lesu, lemahnya ingatan dan konsentrasi, apatis, kurang bertanggung jawab, mudah tersinggung, cemas, paranoid dan sebagainya.

II.1.4. Temperatur Efektif

Temperatur efektif (TE) didefinisikan sebagai temperatur dari udara jenuh dalam keadaan diam atau mendekati diam ($\leq 0,1$ m/detik), yang dalam hal tidak ada radiasi panas akan memberikan perasaan kenyamanan termal yang sama dengan kondisi udara yang dimaksud. Jadi konsep temperatur efektif adalah berdasarkan anggapan bahwa kombinasi-kombinasi tertentu dari temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan udara dapat menimbulkan kondisi termal yang sama. (Soegijanto, 1998)

Berdasarkan hasil penelitian Mom & Wiesebron, Webb (tahun 1936-1940) dan definisi temperatur efektif, maka disarankan zona kenyamanan termal untuk menilai kondisi termal yang dirasakan oleh orang Indonesia adalah sebagai berikut:

Untuk batas bawah kondisi termal *nyaman-optimal* diambil $22,8^{\circ}\text{C}$ (TE), sesuai dengan hasil penelitian Mom & Wiesebron untuk pribumi Indonesia dengan pakaian harian. Sedang untuk batas atas diambil 26°C (TE), dimana hasil penelitian MOM & Wiesebron adalah $25,8^{\circ}\text{C}$ (TE), dan menurut Webb $26,2^{\circ}\text{C}$ (TE) adalah merupakan kenyamanan optimal. Kemudian antara 26°C sampai $27,1^{\circ}\text{C}$ (TE) disebut *hangat*, sesuai dengan hasil penelitian Mom & Wiesebron yang disebut *hangat-nyaman* dan menurut Webb pada $27,2^{\circ}\text{C}$ (TE) prosentase yang bebas dari ketidaknyamanan termal adalah 50%. Sedang antara $20,5^{\circ}\text{C}$ (TE) sampai $22,8^{\circ}\text{C}$ (TE) disebut *sejuk*, sesuai dengan hasil penelitian Mom & Wiesebron yang disebut *sejuk-nyaman*. (Soegijanto, 1998).

Dalam Standar Tata Cara Perencanaan Teknis konservasi energi pada Bangunan Gedung SK SNI T-14-1993-03 disebutkan mengenai daerah kenyamanan termal untuk orang Indonesia yang dapat dibagi menjadi:

1. Sejuk nyaman, antara suhu efektif (TE) $20,5^{\circ}\text{C}$ – $22,8^{\circ}\text{C}$
2. Nyaman Optimal, antara suhu efektif $22,8^{\circ}\text{C}$ – $25,8^{\circ}\text{C}$
3. Hangat nyaman, antara suhu efektif $25,8^{\circ}\text{C}$ – $27,1^{\circ}\text{C}$

Menurut Soegijanto, setelah melewati hangat nyaman selanjutnya adalah:

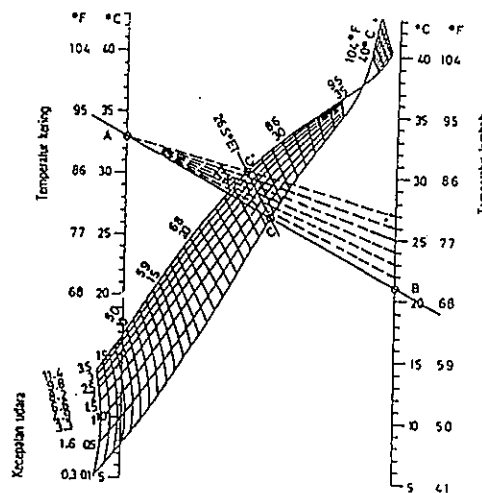
4. Panas, suhu efektif diatas $27,1^{\circ}\text{C}$ (Soegijanto, 1998)

Penelitian suhu nyaman yang paling akhir yang dilakukan Karyono (1995) dinyatakan bahwa rentang dari suhu nyaman bagi karyawan/wati yang bekerja di Jakarta adalah $23,3^{\circ}\text{C}$ – $29,5^{\circ}\text{C}$ suhu udara (DBT). (Karyono, 1999).

Skala temperatur efektif tersebut memadukan tiga variabel yaitu: temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan udara. Adapun

besarnya TE dapat dicari dengan menggunakan Diagram Temperatur Efektif (gambar 1) dari Koenigsberger (1975), caranya:

1. Ukur temperatur kering (DBT)
2. Ukur Kelembaban udara (RH)
3. Ukur kecepatan angin dengan anemometer/hot wire anemometer
4. Dari DBT dan RH dapat diketahui temperatur lembab (WBT) dengan menggunakan tabel kelembaban udara (RH)
5. Tempatkan DBT pada skala vertikal sebelah kiri Diagram TE
6. Tempatkan WBT pada skala vertikal sebelah kanan Diagram TE.
7. Hubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis
8. pilih pada kurva kecepatan angin yang telah diukur
9. Tandai titik persinggungan antara garis dengan kurva
10. Baca hasil persinggungan tersebut sebagai TE (angka TE dapat dilihat pada kurva atas).
11. Catat hasilnya



Gambar 1. Diagram TE
Sumber: Lippsmeier, 1994

II.1.5. Temperatur Udara

Temperatur udara disebut dengan DBT (*Dry Bulb Temperature*), dan diukur dengan termometer kering (termometer biasa). Fluktuasi temperatur udara di Indonesia lebih banyak dipengaruhi ketinggian tempat, temperatur maksimum di Indonesia akan menurun $0,6^{\circ}\text{C}$ untuk setiap kenaikan 100 m, sedangkan temperatur minimum akan menurun $0,5^{\circ}\text{C}$ (Lakitan, 1994). Temperatur Lembab atau WBT (*Wet Bulb Temperature*) yaitu temperatur kering yang sudah diintegrasikan dengan kelembaban relatif (RH). WBT dapat dicari dengan memasukkan angka temperatur udara dan kelembaban relatif menggunakan tabel kelembaban (tabel pada lampiran 1) atau secara langsung dapat diukur dengan termometer sling.

II.1.6. Kelembaban Udara

Kelembaban udara relatif yang cukup tinggi juga menjadi salah satu masalah di daerah dengan iklim tropis lembab. Kelembaban udara di daerah tropis lembab dapat mengalami fluktuasi yang sangat tinggi serta tergantung pada perubahan temperatur. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap uap air. Kelembaban udara relatif menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air maksimum yang mungkin dalam kondisi temperatur udara tertentu, yang dinyatakan dalam prosen (Lippsmeier, 1994). Kombinasi antara kelembaban udara dan temperatur udara kering akan didapatkan *temperatur udara lembab*

II.1.7. Posisi geografis dan kondisi iklim kota semarang

Kota semarang terletak di kawasan garis balik isotherm lintang selatan dengan posisi azimuth pada 6°59' lintang selatan yang terletak di kawasan tropis lembab.

Tabel 1

**Suhu udara, kelembaban, kecepatan angin serta arah angin
Di Kota Semarang tahun 1994 - 1999**

Tahun	rata-rata suhu	kelembaban	suhu udara		kec. Angin	Arah Angin
	(°C)	(%)	max	min	(km/jam)	
1999	27,3	75	31,6	23,5	5,5	BL
1998	28,1	78	32,2	25,1	4,7	TG
1997	27,6	74	32,5	24,3	5,1	BL
1996	27,6	77	31,8	24,4	4,5	BL
1995	27,4	77	31,9	23,7	4,5	BL
1994	27,3	73	32,3	24,4	5,9	BL
RATA-RATA	27,6	76	32,05	24,2	5,0	BL

Sumber Data : Badan Meteorologi dan Geofisika

Balai Wilayah II Stasiun Klimatologi Semarang tahun 1994 – 1999

Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah II, Stasiun meterologi II Pangkalan Udara A. Yani

Semarang pada tahun 1994 – 1999 (lihat Tabel 1), temperatur udara rata-rata adalah $27,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur rata-rata minimal $24,2^{\circ}\text{C}$ serta temperatur rata-rata maksimal $32,5^{\circ}\text{C}$. Kelembaban rata-rata 76%, kecepatan angin rata-rata 5 km/jam serta arah angin dominan Barat Laut.

II.1.8. Kecerahan Matahari

Kecerahan matahari adalah lamanya penyinaran matahari dalam satu hari, biasanya berbentuk prosentase yang diukur dalam rentang waktu tertentu yaitu antara jam 06.00 – 18.00. Dari prosentasi data bulanan yang diambil dari pengamatan di stasiun klimatologi Semarang selama 5 tahun berturut-turut, yaitu tahun 1995 – 1999, dikelompokkan dalam interval 15-an yang kemudian dibobot dengan prosentase berdasarkan jumlah bulan yang diterjemahkan ke dalam jumlah hari. Dari asumsi tersebut maka bisa terwakili data pengukuran di obyek penelitian.

Tabel 2
Kecerahan Matahari di Semarang tahun 1995-1999

Kecerahan matahari	%	Hari/tahun
0 – 14	0	0
15 – 29	5	18
30 – 44	21,7	79
45 – 59	33,3	122
60 – 74	31,7	116
75 – 89	8,3	30
90 – 100	0	0
jumlah	100	365

Sumber: Hasil kompilasi data dari data Badan meteorologi dan Geofisika
Balai Wilayah II Stasiun Klimatologi Kelas 1 Semarang tahun 1995 - 1999

II.2. Penghawaan

II. 2.1. Sistem Penghawaan dan Tata Alir Udara

Keberadaan sistem penghawaan diperlukan untuk pendinginan secara natural hanya dapat dilakukan dengan optimasi penggunaan aliran

angin untuk menurunkan suhu permukaan kulit dan menghasilkan penghapusan serta penggantian akumulasi panas dalam ruangan. Makna tatanan bangunan tercermin dengan adanya tatanan masa dengan porositas yang memungkinkan terjadinya aliran angin yang mampu menyentuh setiap bangunan. Bangunan sendiri cenderung untuk tampil dengan bentuk (*shape*) yang memungkinkan terjadinya akselerasi angin dan adanya perlubangan. Pada pencapaian penghawaan secara natural, beberapa aspek yang mempunyai pengaruh langsung pada sistem penghawaan dan tata alir udara adalah:

- Kepadatan tatanan lingkungan, yang ditandai dengan jarak antara bangunan dan besaran ruang terbuka
- Bentuk geometri tatanan lingkungan, yang ditandai dengan sistim tatanan lingkungan, bentuk tatanan massa
- Bentuk geometri massa, yang ditandai dengan bentuk global, dan
- Kekasaran lingkungan, yang ditandai dengan ketinggian rata-rata bangunan dipermukaan lingkungan dan porositas lingkungan.

Aspek-aspek ini secara bersamaan membentuk sistim distribusi dan kecepatan angin dalam lingkungan. Pada skala bangunan, bentuk utama bangunan dan detail perlubangan mempengaruhi sistem distribusi angin di dalam bangunan. (Santoso, 1997)

II.2.2. Gerakan Udara

Gerakan udara terjadi disebabkan oleh pemanasan lapisan-lapisan udara yang berbeda-beda. Gerakan udara di dekat permukaan tanah dapat bersifat sangat berbeda dengan gerakan di tempat yang tinggi. Semakin

kasar permukaan yang dilalui, semakin tebal lapisan udara yang tertinggal diam di dasar dan menghasilkan perubahan pada arah serta kecepatan gerakan udara. Kecepatan angin permukaan menerpa lingkungan, menimbulkan gejala tertentu yang dapat persepsikan. Gejalanya berkisar mulai dari angin sepoi-sepoi sampai angin topan, dari kekuatan 0 sampai 120 km/jam yang digolongkan oleh Sir Fancis Beaufort (1805), yaitu seorang admiral dan ahli ilmu bumi Inggris terkenal dalam penelitiannya sebagai Skala Beaufort berikut:

Tabel 3. Skala Beaufort

Derajat Kecepatan	Sifat	Ciri dan Musibah Akibat Kekuatan Angin	Kecepatan Angin		
			m/dt	km/jam	mil/jam
0	Sunyi tegak	Tidak ada angin, asap mengepul	0 – 0,2	1	1
1	Angin sepoi	Arah angin terlihat pada arah asap, tidak pada bendera angin	0,3 – 1,5	1 – 5	1 – 3
2	Angin sangat lemah	Angin terasa pada muka, daun-daun ringan bergoyang	1,6 – 3,3	6 – 11	4 – 7
3	Angin lemah	Daun-daun dan ranting-ranting yang kecil terus bergoyang	3,4 – 5,4	12 – 19	8 – 12
4	Angin sedang	Debu dan kertas-kertas bertiup, ranting-ranting dan cabang-cabang kecil bergoyang	5,5 – 7,9	20 – 28	13 – 18
5	Angin agak kuat	Pohon-pohon kecil bergoyang, buih putih di air laut	8,0 – 10,7	29 – 38	19 – 24
6	Angin kuat	Dahan-dahan besar bergoyang, suara mendesir di kawat listrik/telepon	10,8 – 13,8	39 – 49	25 – 31
7	Angin kencang	Pohon seluruhnya bergoyang, perjalanan di laut sukar	13,9 – 17,1	50 – 61	32 – 38
8	Angin sangat kuat	Ranting-ranting pohon patah, berjalan menentang angin berat	17,2 – 20,7	62 – 74	39 – 46
9	Badai	Kerugian-kerugian kecil terhadap rumah-rumah, genting-genting rumah tertiup dan terlempar	20,8 – 24,4	75 – 88	47 – 54
10	Badai kuat	Pohon-pohon tumbang, kerusakan besar pada rumah-rumah	24,5 – 28,4	89 – 102	55 – 63
11	Angin ribut, prahara	Kerusakan karena badai terdapat di daerah yang luas	28,5 – 32,6	103 – 120	64 – 75

Sumber: Mangunwijaya, 1988

Sifat angin yang dapat langsung dirasakan adalah: angin menyebabkan tekanan permukaan yang menentang arah angin tersebut, angin mempercepat pendinginan dari benda panas dan kecepatan angin sangat beragam dari tempat dan waktu (Lakitan, 1994)

Gerakan udara merupakan faktor perencanaan yang penting karena sangat mempengaruhi kondisi iklim, baik untuk setiap bangunan atau skala kota. Arah angin sangat menentukan orientasi. Di daerah panas lembab diperlukan sirkulasi udara yang terus menerus.

II.2.3. Prinsip Pergerakan angin

Tiga prinsip yang mengatur pergerakan udara yang berinteraksi dengan bentuk-bentuk binaan dan alamiah:

1. Gerakan angin lebih lambat di tempat bawah daripada di bagian atas.
Pengurangan kecepatan dipengaruhi oleh kekasaran permukaan
2. Udara cenderung terus bergerak pada arah yang sama ketika udara menemui suatu halangan
3. Arus udara bergerak dari daerah-daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Contohnya apabila radiasi matahari memanasi udara di satu tempat akan mengurangi tekanannya dan menyebabkan udara naik, udara kemudian mengalir ke daerah tersebut dari daerah sekitar yang memiliki tekanan lebih tinggi dan suhu nisbi lebih rendah.

II.2.4. Tata Udara

Jika di dalam ruangan gerakan udara harus ada baik pada ketinggian tubuh maupun pada sisi bawah langit-langit, maka dua buah lubang saja

pada sisi yang berlawanan belum memadai. Lubang sebelah bawah harus memiliki jalusi, yang dapat mengubah arah angin. Tanpa ini, arus juga akan dibelokkan keatas. Yang lebih penting untuk pendinginan bukanlah banyaknya pertukaran udara setiap jam, tetapi masuknya udara. Kecepatan udara di dalam ruangan dapat ditingkatkan bila lubang keluar lebih besar dari lubang masuk udara. Efek ini dikenal dari aerodinamika. Singkatnya, untuk mencapai pendinginan yang efektif, lobang masuk udara harus dirancang dan ditempatkan berdasarkan arah arus udara di dalam lobang masuk keluarnya, udara diatas, sehingga diperoleh pengaliran alamiah yang dapat dikontrol. (Georg Lippsmeier, 1994,hal 104)

Gerakan udara menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan. Semakin besar kecepatan udara, semakin besar panas yang hilang, tetapi ini hanya terjadi selama temperatur udara lebih rendah daripada temperatur kulit (sekitar 35-36°C) (Georg Lippsmeier, 1994)

Sifat angin yang dapat langsung dirasakan adalah: angin menyebabkan tekanan permukaan yang menentang arah angin tersebut, angin mempercepat pendinginan dari benda panas dan kecepatan angin sangat beragam dari tempat dan waktu (Lakitan, 1994)

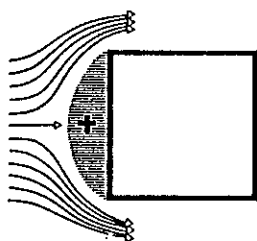
Pada skala bangunan, bentuk utama bangunan dan detail perlubangan mempengaruhi sistem distribusi angin di dalam bangunan. (Santoso, 1997)

Aliran udara tidak selalu mencari jalan terpendek. Kondisi tekanan yang berbeda pada kedua sisi lubang masuk aliran udara, akan membelok mencari jalan lain. Berarti bergesernya lubang masuk udara pada satu sisi mengubah tekanan masing-masing. (Heinz Frick, 1997, hal 64)

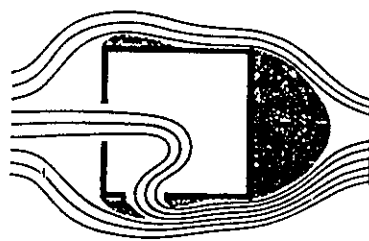
Kecepatan aliran udara menjadi lebih besar bila lobang masuk udara lebih kecil dibandingkan lobang keluar (Georg Lippsmeier, 1994, hal 105).

II.2.5. Ventilasi Silang

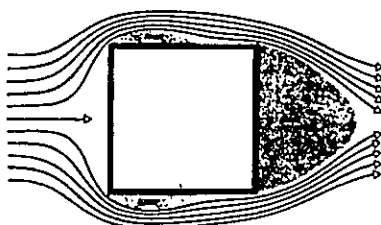
Tujuan perencanaan ventilasi silang adalah untuk mendapatkan aliran udara yang tepat untuk ruangan serta pengontrolannya. Ada beberapa kemungkinan, tetapi kesulitannya terutama terletak pada kenyataan bahwa udara yang bergerak tidak mudah berubah arah dan tidak mencari jalan terpendek antara lubang masuk (*inlet*) dan lubang keluar (*outlet*). Dengan bantuan beberapa contoh dan gambar (menurut penelitian *Texas Engineering Experiment Station USA*), arus udara dalam ruangan dan bagaimana cara mempengaruhinya dapat dijelaskan. Yang penting untuk pengarahannya adalah lubang masuk dan kondisi tekanan udara pada dinding luar. Perhatikan beberapa contoh gambar 2 dan 3 berikut:



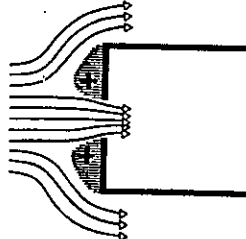
1 Bila angin menerpa sebuah bangunan, maka terbentuk sebuah daerah bertekanan tinggi pada sisi hulu angin



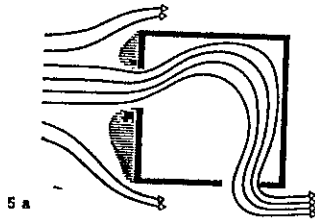
3 Aliran udara tidak mencari jalan terpendek



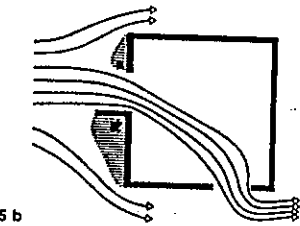
2 Angin berhembus mengelilingi bangunan, daerah bertekanan rendah terbentuk pada sisi samping dan sisi hilir angin



4 Kondisi tekanan yang sama pada kedua sisi lubang masuk

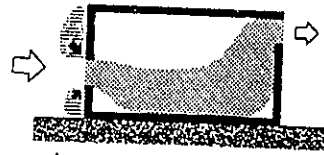


5 a

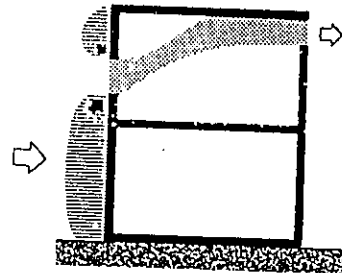


5 b

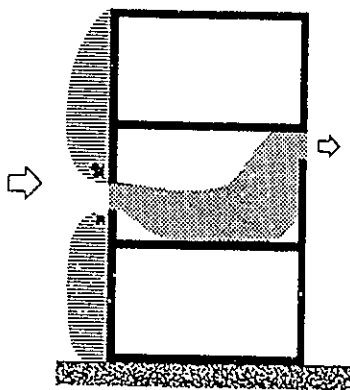
5 a, b Kondisi tekanan tidak sama pada kedua sisi lubang masuk aliran udara membelok mencari jalan lain



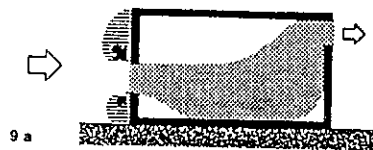
6 Rumah tidak bertingkat: aliran udara pada ketinggian tubuh



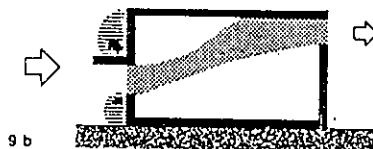
7 Ruang di tingkat atas: aliran udara pada langit-langit



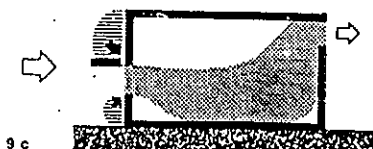
8 Ruang di tingkat pertama, di atas dan dibawahnya terdapat ruangan aliran udara selinggi tubuh



9 a

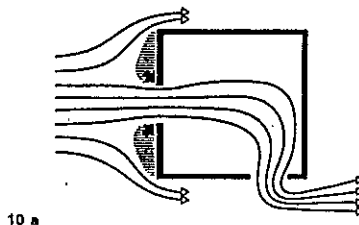


9 b

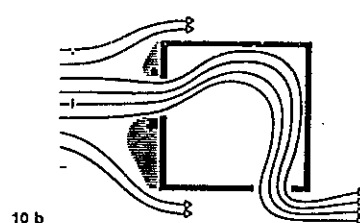


9 c

9 a, b, c Pengaruh elemen peneduh terhadap aliran udara

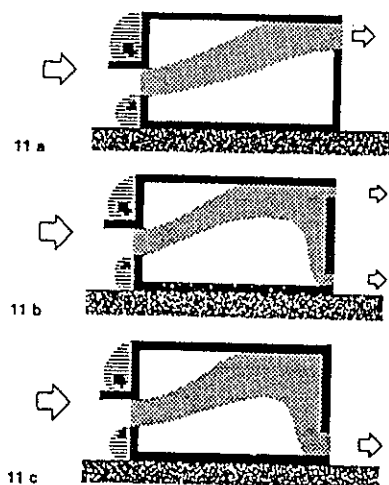


10 a

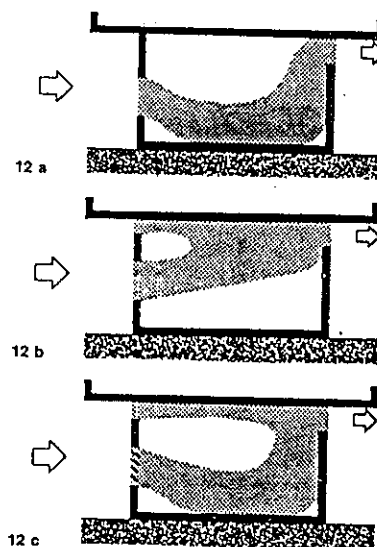


10 b

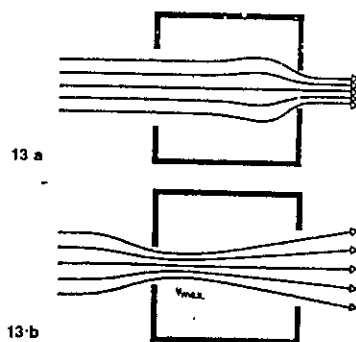
10 a, b Lobang-masuk udara digoser pada satu sisi dinding oleh sebuah pintu terbuka atau pelindung matahari. Aliran udara bergerak diagonal melalui ruangan akibat tekanan pada fasade



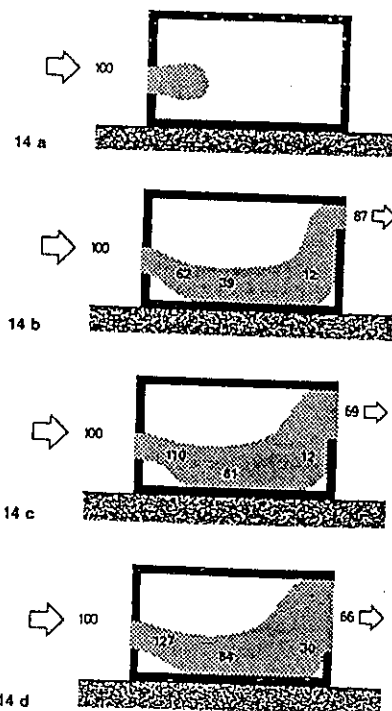
11 a, b, c Letak lobang-keluar udara tidak penting. Aliran udara bergerak sesuai dengan kondisi tekanan pada lobang-masuk



12 a, b, c Distribusi aliran udara yang lebih baik dengan bantuan lamella

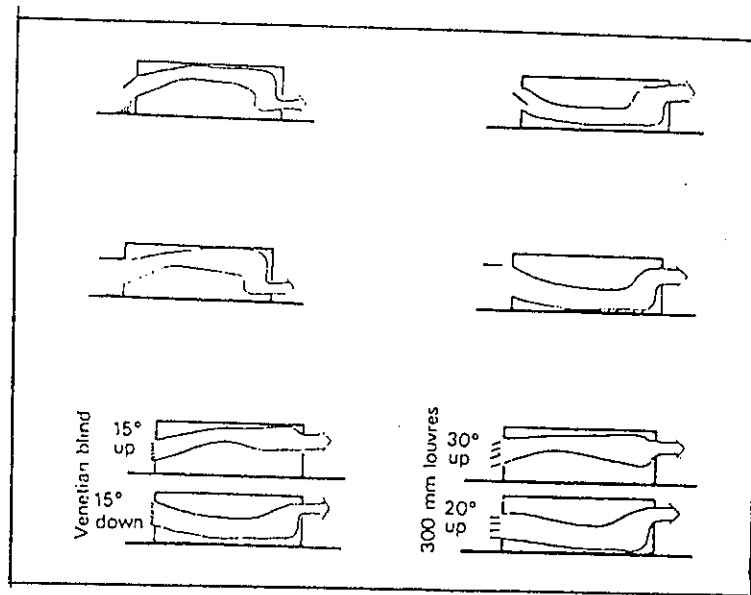


13 a, b Kecepatan aliran udara menjadi lebih besar bila lobang-masuk udara lebih kecil dibandingkan lobang-keluar



14 a, b, c, d Ukuran lobang-keluar terhadap lobang-masuk sangat menentukan kecepatan angin di depan bangunan 100 angka-angka di dalam adalah persentasenya

Gambar 2. Berbagai variasi pola aliran udara dalam ruang terhadap letak dan ketinggian *outlet - inlet*
Sumber: Lippsmeier, 1994



Gambar 3. Berbagai variasi pola aliran udara dalam ruang pada beberapa bentuk *sashes*, *canopies* dan *louvres*
Sumber: Koenigsberger dkk, 1973


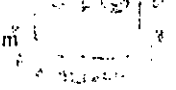
II.3. Gedung Olah Raga (GOR)

II.3.1. Pengertian dan Klafisikasi GOR

Gedung Olahraga adalah suatu bangunan gedung yang dipergunakan berbagai kegiatan olahraga yang biasa dilakukan dalam ruangan tertutup. (Kantor Menpora, 1991). Menurut SK SNI-T26-1991-03 mengenai Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olah Raga, bahwa GOR diklasifikasikan dalam tiga tipe, yaitu tipe A, B dan C. Gedung Olahraga tipe A adalah Gedung olahraga yang penggunaannya melayani wilayah Propinsi/Daerah Tingkat I, gedung olahraga tipe B melayani wilayah Kabupaten/Kotamadia, sedangkan tipe C melayani wilayah Kecamatan. Adapaun klasifikasi tersebut direncanakan berdasarkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- 1). Jenis cabang olahraga dan jumlah lapangan olah raga untuk pertandingan serta latihan dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4.
Klasifikasi dan Penggunaan Bangunan Gedung Olah Raga

KLASIFIKASI GEDUNG OLAH RAGA	PENGUNAAN			KETERANGAN
	JUMLAH MINIMAL CABANG OLAH RAGA	JUMLAH MINIMAL LAPANGAN		
		PERTANDINGAN NASI- ONAL/INTERNASIONAL	LATIHAN	
Tipe A	1. Tenis Lap 2. Bola basket 3. Bola Voli 4. Bulutangkis	1 buah 1 buah 1 buah 4 buah	1 buah 3 buah 4 buah 6-7 buah	untuk cabang olahraga lain masih dimungkinkan penggunaannya sepanjang ketentuan ukuran minimalnya masih dapat dipenuhi oleh gedung olah raga.
Tipe B	1. Bola basket 2. Bola Voli 3. Bulutangkis	1 buah 1 buah (Nasional)	2 buah 3 buah	idem 
Tipe C	1. Bola Voli 2. Bulutangkis	1 buah	1 buah	idem 

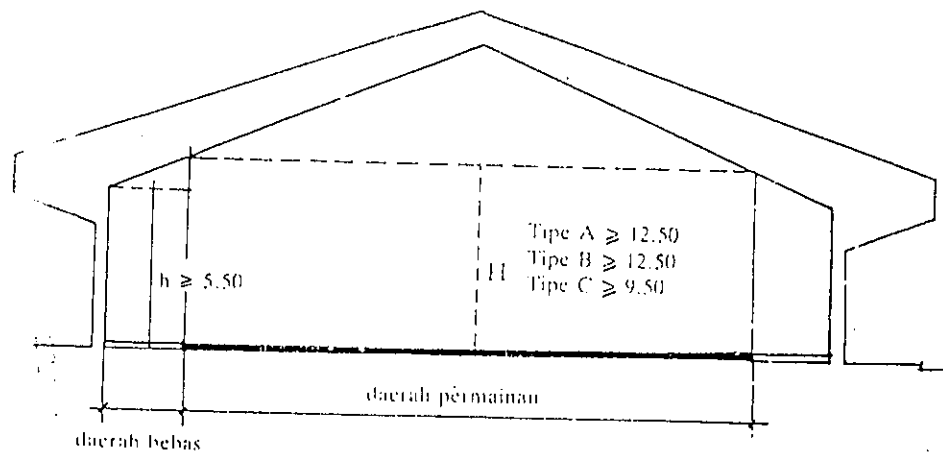
Sumber: SK SNI -T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

- 2). Ukuran efektif matra ruang gedung olah raga harus memenuhi ketentuan pada tabel 5. Lihat pula gambar 4

Tabel 5.
Ukuran Minimal Matra Ruang Gedung Olah Raga

UKURAN MINIMAL (m)				
KLASIFIKASI	PANJANG TER- MASUK DAERAH BEBAS	LEBAR TERMA- SUK DAERAH BEBAS	TINGGI LANGIT-LANGIT PERMAINAN	LANGIT-LANGIT DAERAH BEBAS
Tipe A	50	30	12,50	5,50
Tipe B	32	22	12,50	5,50
Tipe C	24	16	9	5,50

Sumber: SK SNI -T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994



Gambar 4. Ukuran Tinggi Langit-langit terhadap daerah permainan

Sumber: SK SNI –T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

- 3). Kapasitas penonton gedung olahraga harus memenuhi ketentuan seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas Penonton Gedung Olah Raga

KLASIFIKASI GEDUNG OLAH RAGA	JUMLAH PENONTON (jiwa)
Tipe A	3000 - 5000
Tipe B	1000 - 3000
Tipe C	maksimal 1000

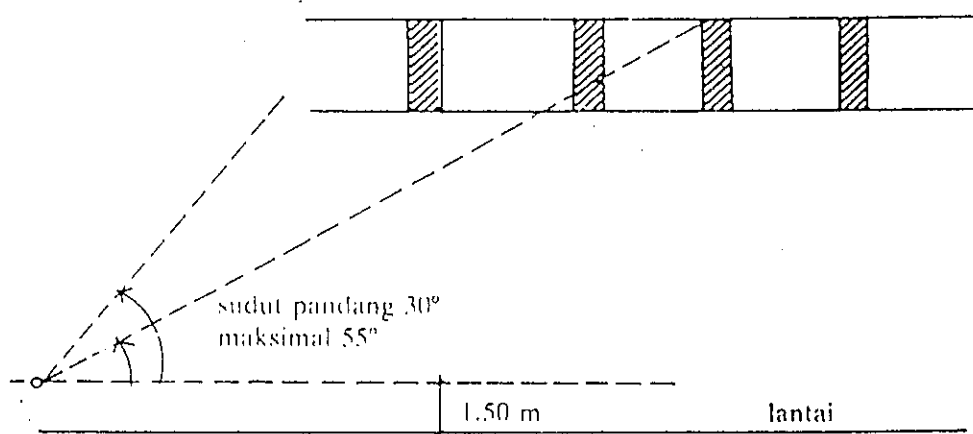
Sumber: SK SNI –T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

Gedung Olah Raga (GOR) Jatidiri berdasarkan ketentuan diatas termasuk dalam klasifikasi gedung olah raga tipe A.

II.3.2. Tata Cahaya

Tingkat penerangan, pencegahan silau serta sumber cahaya lampu harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1). Tingkat penerangan horisontal pada arena 1 m di atas permukaan lantai untuk ke-3 kelas sebesar: a) untuk latihan dibutuhkan minimal 200 lux, b) untuk pertandingan dibutuhkan minimal 300 lux, c) untuk pengambilan video dokumentasi dibutuhkan minimal 1000 lux.
- 2). Penerangan buatan dan atau penerangan alami tidak boleh menimbulkan penyilauan bagi para pemain.
- 3). Sumber cahaya lampu atau bukaan harus diletakkan dalam satu area pada langit-langit sedemikian rupa sehingga sudut yang terjadi antara garis yang menghubungkan sumber cahaya tersebut dengan titik terjauh dari arena setinggi 1,5 m garis horisontalnya minimal 30 derajat seperti diperlihatkan dalam gambar 5.
- 4). Apabila gedung olah raga digunakan untuk menyelenggarakan lebih dari satu kegiatan cabang olah raga, maka untuk masing-masing kegiatan harus tersedia tata lampu yang sesuai untuk kegiatan yang dimaksud.



Gambar 5. titik Terjauh dari Sumber Cahaya

Sumber: SK SNI –T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

II.3.3. Tata Udara

Tata Udara dapat menggunakan ventilasi alami atau ventilasi mekanis, serta harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1). Apabila menggunakan ventilasi alami, maka harus memenuhi: a) luas bukaan minimum adalah 6% dari luas lantai efektif, b) perletakan ventilasi alami harus diatur mengikuti udara silang.
- 2). Apabila menggunakan ventilasi buatan, maka harus memenuhi: a) volume pergantian udara minimum sebesar 10-15 m³/jam/orang, b) alat ventilasi buatan tidak menimbulkan kebisingan di dalam arena dan tempat penonton.

III. METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat kausal komparatif, yaitu membandingkan beberapa tata letak dan variasi sudut bukaan jendela pada GOR Jatidiri Semarang, kemudian dilakukan analisis dengan parameter Temperatur Efektif sebagai kontrol bagi kenyamanan thermal dalam ruangan dan skala Beufort terhadap kecepatan udara pada arena.

Variabel penelitian meliputi:

Variabel Pengaruh adalah bukaan dan letak jendela

Variabel terpengaruh adalah kecepatan angin, temperatur dan kelembaban.

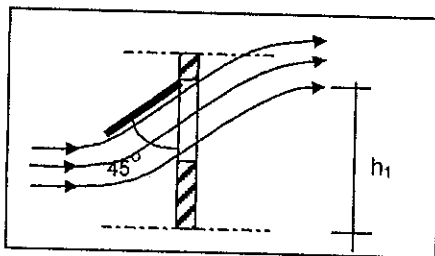
Variabel kontrol adalah kenyamanan thermal

III.2. Penentuan Sudut Bukaan Jendela

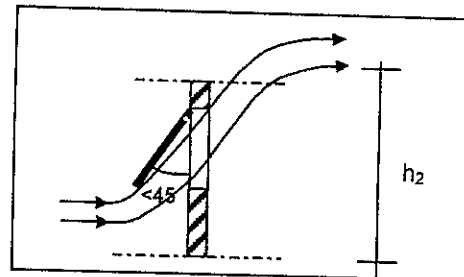
Sudut bukaan jendela ditentukan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

1. Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada GOR, ternyata sudut eksisting 45 derajat mengakibatkan kurangnya angin pada tribun dan kecepatan yang tinggi pada arena. Hal ini akibat wind shadow pada tribun dan pola angin pada arena yang berada dibawah daerah bebas 5,5 m. Sehingga pada Arena kecepatan angin harus dikurangi sekaligus pola angin diarahkan diatas daerah bebas setinggi 5,5 m, sedangkan pada tribun angin harus diarahkan pada daerah tribun sekaligus kecepatannya ditingkatkan.

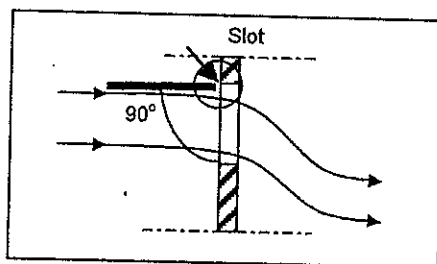
2. Berdasarkan penelitian dari penelitian *Texas Engineering Experiment Station USA*, sudut <45 derajat akan mengalirkan angin keatas sedang sudut ≥ 90 derajat akan sama efeknya dengan jendela yang terbuka tanpa daun jendela dan mengalirkan udara kebawah. Lihat gambar 6a, 6b dan 6c berikut:



Gambar 6a : Eksisting



Gambar 6b :
Sudut bukaan $<45^\circ$, $h_2 > h_1$



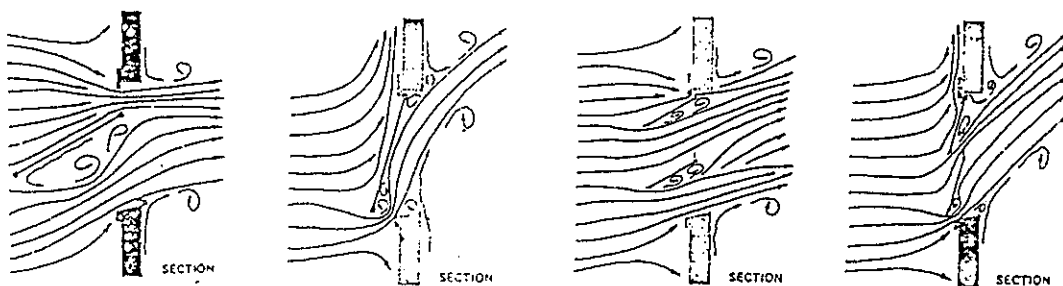
Gambar 6c : Sudut 90° dengan slot

Keterangan:

Penentuan sudut <45 dengan maksud agar aliran angin yang masuk lebih tinggi dibandingkan pada sudut eksisting 45 ($h_2 > h_1$). Ref. Lippsmeier (1994), Koenigsberger dkk (1973) dan Boutet (1987).

Lihat juga gambar 2 dan gambar 3 pada bab kajian pustaka, serta gambar 7 berikut ini.

Gambar 6. Penentuan Sudut Bukaan

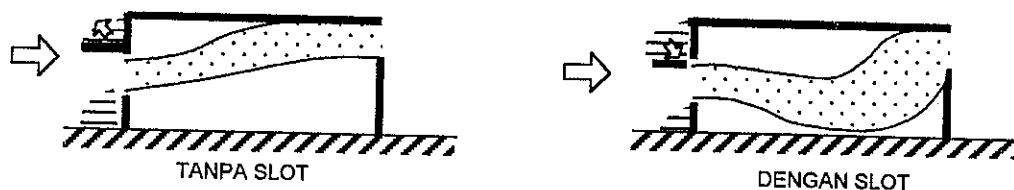


Gambar 7. Berbagai Sudut Bukaan dan arah angin

Sumber: Boutet, 1987

Penentuan sudut jendela 90 derajat didasarkan pada ilustrasi gambar 8 berikut. Disitu diperlihatkan bahwa sudut 90 ada dua kemungkinan, yaitu pertama mengalirkan udara naik keatas, kedua mengalirkan udara turun

kebawah (karena adanya 'slot' pada tepi dalam jendela).



Gambar 8. Pola Angin pada jendela dengan slot dan tanpa slot.
Lippsmeier, 1994

Karena pada GOR Jatidiri, type jendela adalah type Hanging (gantung) horisontal yang mempunyai 'slot' pada tepi dalam, maka dalam penelitian ini penulis gunakan sudut 90 derajat tersebut.

3. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada lab Fisika Bangunan Jurusan Arsitektur ITI seperti diperlihatkan pada tabel berikut ini memperlihatkan bahwa dengan menurunkan sudut bukaan terhadap eksisting (yaitu sudut 15 dan 30) maka kecepatan angin akan berkurang, sebaliknya dengan menambah sudut bukaan yaitu 60 dan 90 maka kecepatan angin akan meningkat terhadap kecepatan eksisting 45 derajat.

Tabel 7.

Prosentase kecepatan Angin di dalam ruang terhadap kecepatan angin di luar pada daun jendela type gantung horisontal, dengan arah angin luar bersudut 45 derajat terhadap bukaan

Pengukuran Ke	Kec Angin Di luar	Kecepatan angin di dalam ruang pada sudut bukaan:									
		15		30		45		60		90	
1	0,3	0,15	50%	0,2	67%	0,15	50%	0,4	133%	0,2	67%
2	0,4	0,17	43%	0,15	38%	0,2	50%	0,5	125%	0,3	75%
3	0,35	0,12	34%	0,25	71%	0,14	40%	0,3	86%	0,4	114%
4	0,4	0,2	50%	0,2	50%	0,3	75%	0,5	125%	0,3	75%
5	0,5	0,25	50%	0,25	50%	0,25	50%	0,6	120%	0,45	90%
6	0,6	0,18	30%	0,15	25%	0,35	58%	0,4	67%	0,25	42%
7	0,6	0,15	25%	0,2	33%	0,3	50%	0,5	83%	0,5	83%
8	0,4	0,2	50%	0,25	63%	0,5	125%	0,3	75%	0,4	100%
9	0,7	0,1	14%	0,14	20%	0,4	57%	0,2	29%	0,16	23%
Prosentase	100%	36%		42%		61%		87%		70%	

Sumber: Pengolahan dari hasil pengukuran pada Lab Fisbang,
Jur. Arsitektur ITI, th 1999/2000

4. Dari pertimbangan pertimbangan diatas maka ditetapkan variasi sudut bukaan adalah sudut 15 derajat dan sudut 90 derajat.

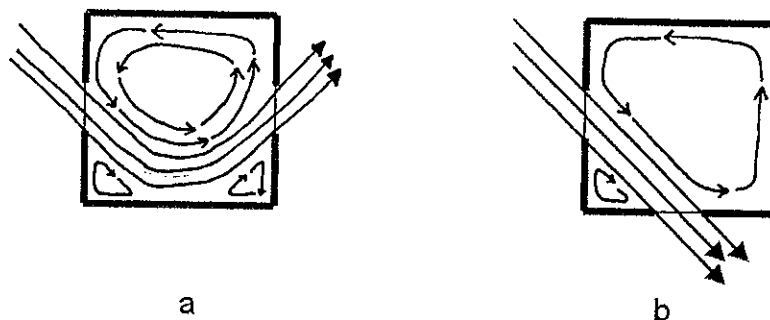
III.3. Penentuan tata letak variasi bukaan

Tata letak variasi bukaan ditetapkan berdasarkan pertimbangan kemungkinan pola angin yang terjadi di dalam ruang seperti diperlihatkan pada gambar dibawah dan dengan memperhatikan arah angin dominan yaitu arah Barat Laut.

Untuk pengontrol maka juga diukur kondisi eksisting (45 derajat) serta sudut 90 derajat.

Penentuan variasi bukaan didasarkan:

1. Dalam bukunya Terry S. Boutet, 1987, Controlling Air Movement, hal 86-87 dikatakan bahwa ketika arah angin miring 45 derajat (oblique) terhadap 'inlet' dan 'outlet' bukaan arah angin paling banyak membuat putaran (turbulent) memutar keliling ruangan , menambah peredaran udara di sepanjang dinding dan sudut-sudut ruangan. Lihat gambar 9 berikut:



Gambar 9 . Variasi bukaan.
Sumber: Boutet, 1987

2. Dari penjelasan nomor 1 diatas maka dapat ditentukan bukaan untuk diteliti, adapun perbandingan lebar jendela dapat mengacu pada penelitiannya Givoni dalam bukunya *Man Climate and Architectur*. Secara matematis diperoleh kaitan antara kecepatan pergerakan udara rata-rata dalam ruang dengan ukuran jendela (inlet-outlet) sebagai berikut:

$$V(i) = 0,45 (1 - e^{-3,84x})V(o)$$

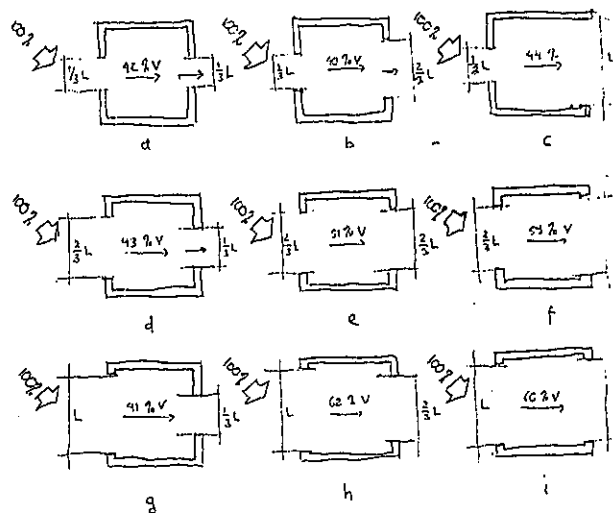
Dimana:

$V(i)$: Kecepatan peredaran udara dalam rata-rata

x : rasio luas bukaan terhadap luas dinding

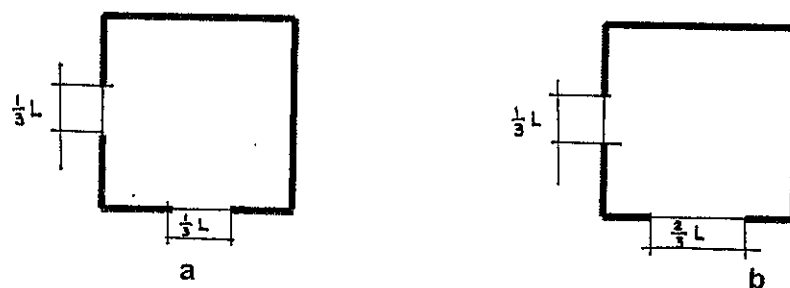
$V(o)$: Kecepatan peredaran udara di luar ruang

Dari penelitian tersebut secara diagramatis (gambar) dalam ruang dapat dilihat pada gambar 10 berikut:



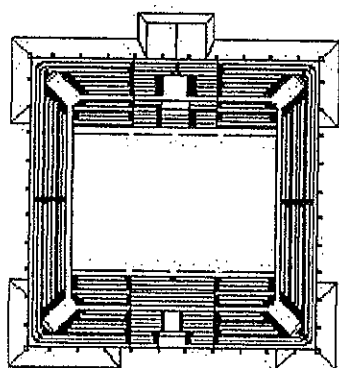
Gambar 10. Bukaan dinding dan kecepatan aliran udara dalam ruang (arah angin datang 45 derajat)
Sumber: Givoni, 1969

3. Berdasarkan gambar tersebut dikaitkan dengan pola aliran angin seperti diperlihatkan pada gambar a point 1 diatas serta adanya teori bahwa kecepatan aliran udara menjadi lebih besar bila lobang masuk udara lebih kecil dibandingkan lobang keluar (Georg Lippmeier, 1994, hal 105), maka ukuran bukaan yang memenuhi adalah bukaan $10a$ dan b , mengingat bukaan tidak boleh terbuka satu dinding penuh agar pola alirannya tidak jauh menyimpang dari gambar no 9 a.
4. Dengan mengambil analogi dari lebar bukaan $10a$ dan b , maka ukuran ini dapat dipergunakan pada gambar no 11b. sebagai berikut:



Gambar 11. Penentuan lebar bukaan berdasar analogi dari bukaan gambar 10

5. Jadi ada 6 variasi dari sudut bukaan sebagai berikut :

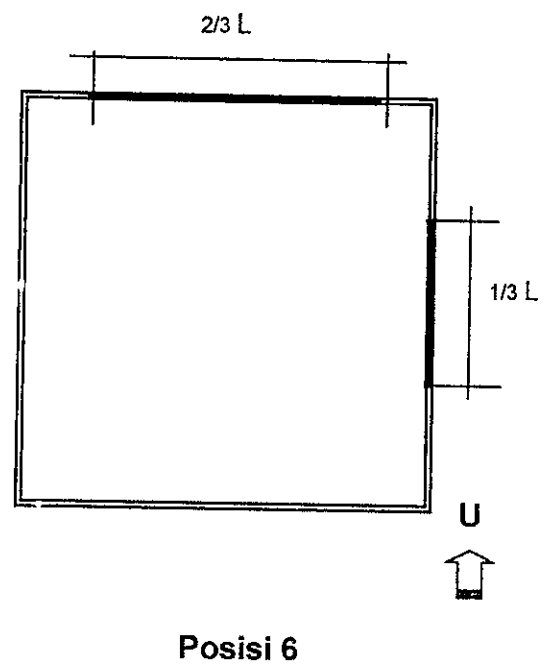
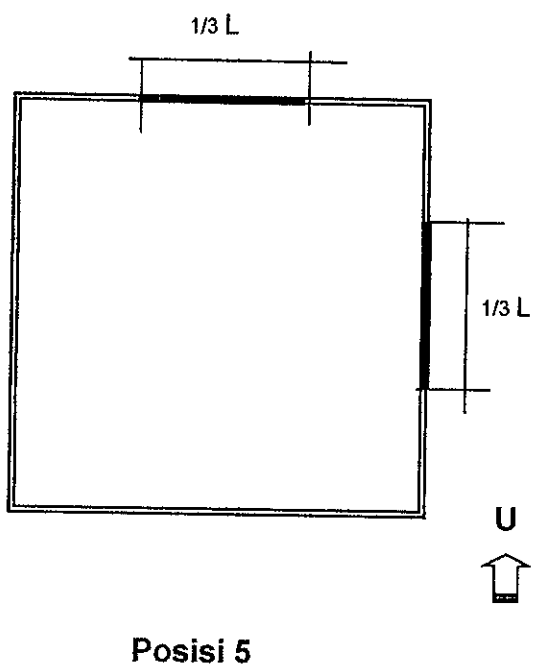
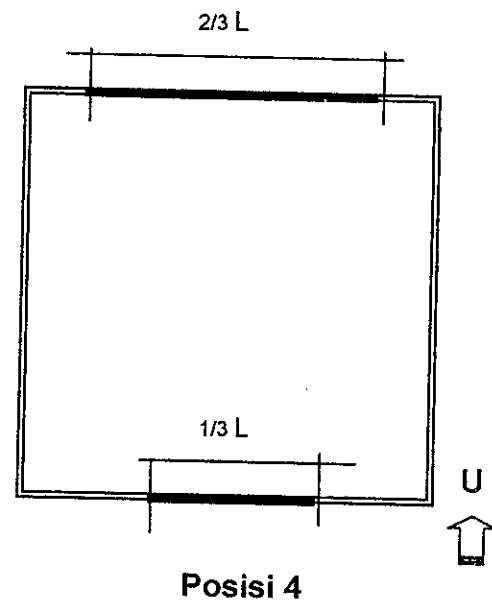
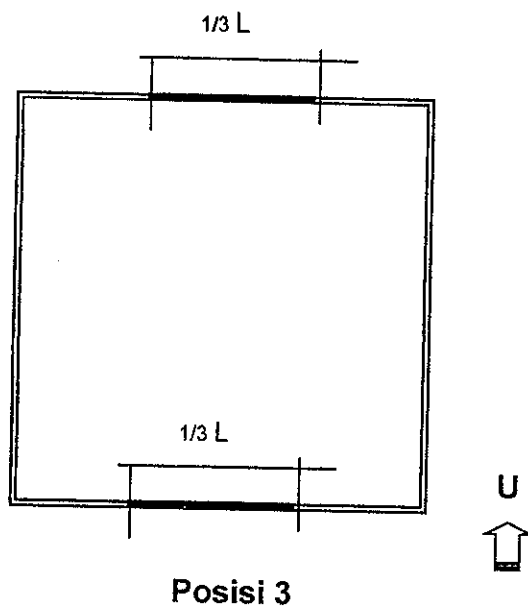



Posisi 1


Semua Jendela dibuka dengan sudut bukaan 45°
(eksisting)

Posisi 2

Semua Jendela dibuka dengan sudut bukaan 90°



Dimana :  sudut 15° ,

 sudut 90°

$1/3 L = 28$ Jendela

$2/3 L = 56$ Jendela

III.4. Langkah penelitian

Penelitian bisa dilakukan setelah pada penelitian awal tanggal 27 Juni 2000 jam 10.00 diketahui bahwa temperatur udara dalam ruang sebesar 30°C masih dibawah temperatur kulit manusia (35° - 36° C) artinya masih bisa dianulir dengan pergerakan udara. (Lippsmeier, 1994).

Adapun langkah penelitian sebagai berikut:

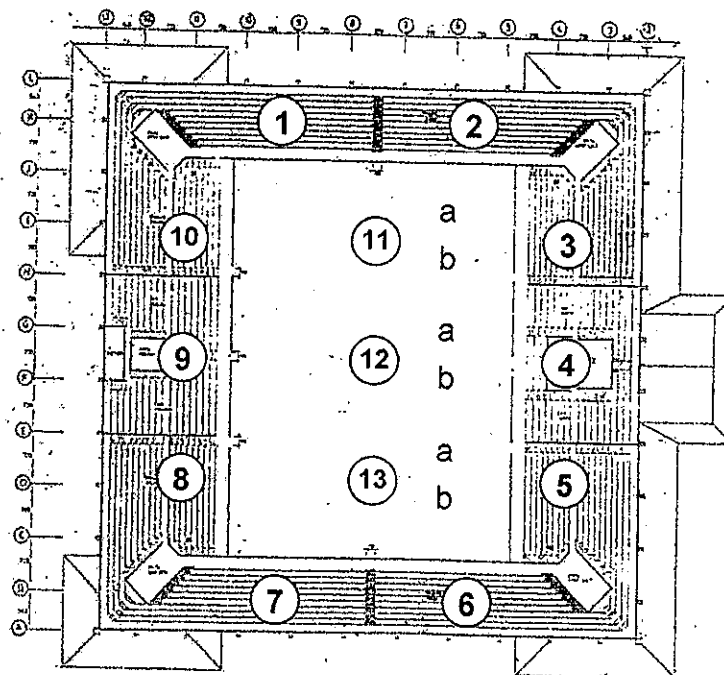
1. Menetapkan variabel yang akan diukur, yaitu:

<u>VARIABEL</u>	<u>ALAT/SARANA</u>	<u>LOKASI</u>
a. Kelembaban udara (RH)	- Higrometer (25%-95%)	- dalam ruangan
	(Merk Oregon EM-913R)	- di luar ruangan
b. Kecepatan angin (AV)	- Hot Wire Anemometer	
	(0-20m/dt, resolusi 0,1 m/dt)	- di dalam ruang
	(Merk Lutron AM 4204)	- di luar ruangan
c. Temperatur udara (DBT)	- Termometer (0 – 50°C)	- di dalam ruang
	(Merk Lutron AM 4204)	- di luar ruangan
d. Temp. Lembab (WBT)	- Tabel Kelembaban	
e. Temperatur efektif (TE)	- Diagram TE	
f. Arah angin	- Asap obat nyamuk	- di dalam ruang
	bakar/benang	-di luar ruangan
g. Sudut bukaan	- Bilah bambu,tangga	
	dan penggaris busur	- di dalam ruang

2. Titik pengukuran

Ada 16 titik pengukuran dalam ruang, dimana masing-masing titik terletak 1 m diatas permukaan titik yang diukur, kecuali pada arena, disamping 1,5 m (titik a) juga diukur setinggi 5 m (titik b) sebagai pertimbangan terhadap ketinggian langit-langit daerah bebas.

Penentuan Titik titik yang akan diukur tersebut dipertimbangkan berdasarkan tata letak tribun dan arena seperti terlihat pada gambar dibawah.



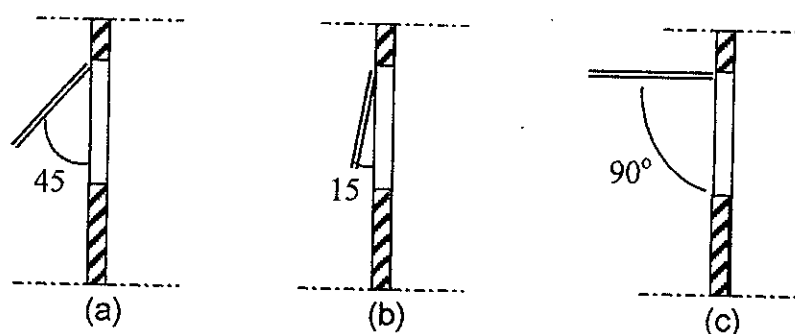
Gambar 12 Penentuan titik pengukuran pada tribun dan arena

Sedangkan titik pengukuran diluar untuk angin terletak tepat pada arah angin dominan dengan ketinggian setinggi 1,5 m diatas permukaan tanah sama dengan pengukuran untuk temperatur dan kelembaban.

3. Menentukan variasi buka-tutup jendela

Berarti disini ada tiga jenis bentuk bukaan (gambar 13a, b dan c) yaitu:

- a. Bukaan dengan sudut daun jendela tetap (sudut 45°) sebagai bukaan eksisting .
- b. Bukaan dengan sudut daun jendela diperkecil (diambil sudut 15°)
- c. Bukaan dengan sudut daun jendela diperbesar (diambil sudut 90°)



Gambar 13. Variasi Sudut Buka Jendela

Adapun variasi tata letak dan sudut bukaan terdiri dari 6 macam seperti telah diperlihatkan pada bagian penentuan variasi bukaan.

4. Waktu Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada bulan Juni dan Juli 2001, tiap posisi diukur dalam satu hari pengukuran dalam keadaan hari cerah sedikit awan serta pada arah angin yang sama (arah barat laut), arah angin secara sederhana dengan menggunakan asap dan benang. Sehingga dengan kondisi yang sama tersebut keenam posisi tersebut akan dapat dibandingkan. Pengukuran pada tiap posisi dimulai dari titik Luar, titik 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b. Tiap titik diukur selama 2,5 – 3 menit, jadi untuk menyelesaikan 17 titik diperlukan waktu sekitar 40 – 50 menit. Adapun jam pengukuran ditetapkan berdasarkan tabel 8 berikut:

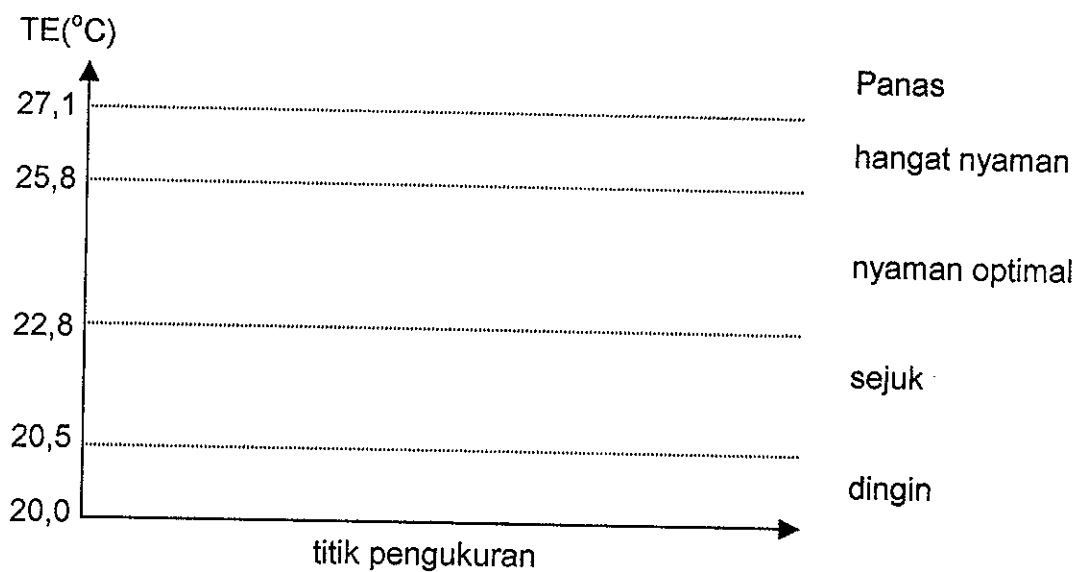
Tabel 8. Pertimbangan waktu pengukuran

Jam	Pertimbangan		
	Temperatur	Kelembaban	Kec. Angin
8 – 9	Suhu mulai naik	Agak tinggi Sekitar 85%	Angin mulai bertiup
13 – 14	Maksimum	Minimum Sekitar 60%	Maksimum
16 – 17	Mulai turun	Mulai naik Sekitar 70%	Mulai turun

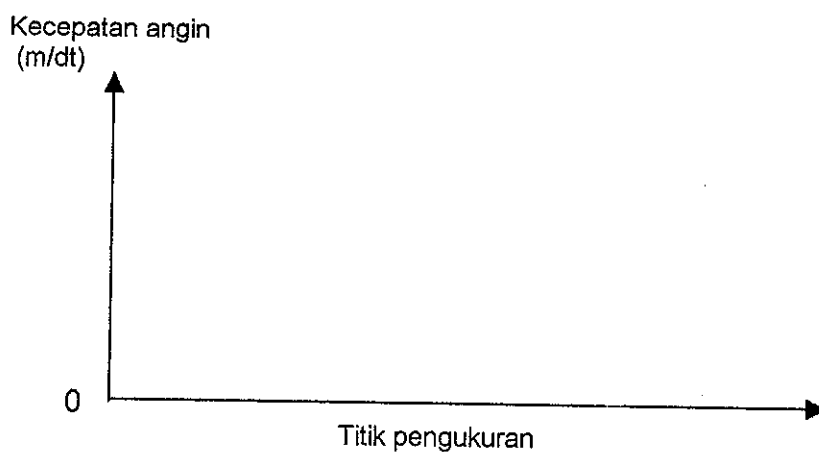
Sumber: hasil pengolahan dari penelitian Soegijanto, 1998

5. Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan parameter Temperatur Efektif (TE), berupa diagram TE. Khusus di arena pada ketinggian 5 m analisis kecepatan angin didasarkan pada Skala Beufort terutama dikaitkan dengan kecepatan angin yang tidak mengganggu permainan bulu tangkis. Adapun hasil pengukuran TE dan kecepatan angin tiap posisi akan dituangkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



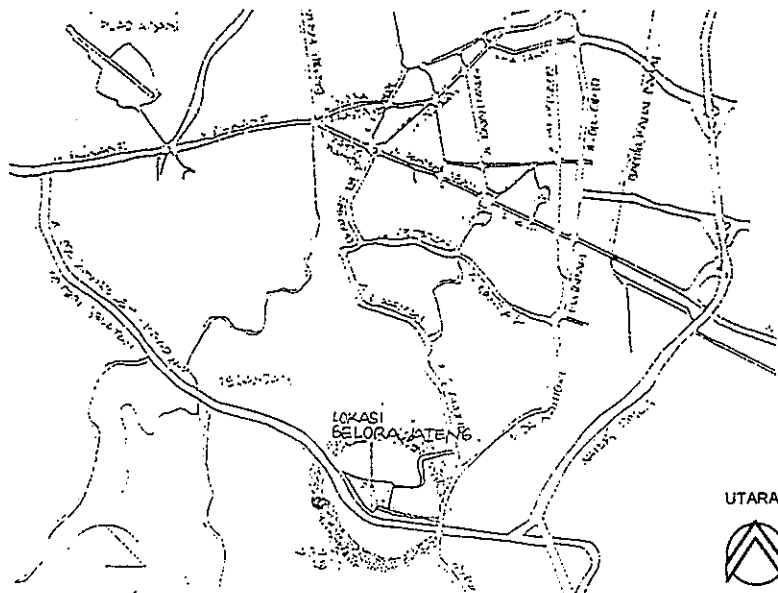
(a) Grafik pengukuran TE tiap posisi



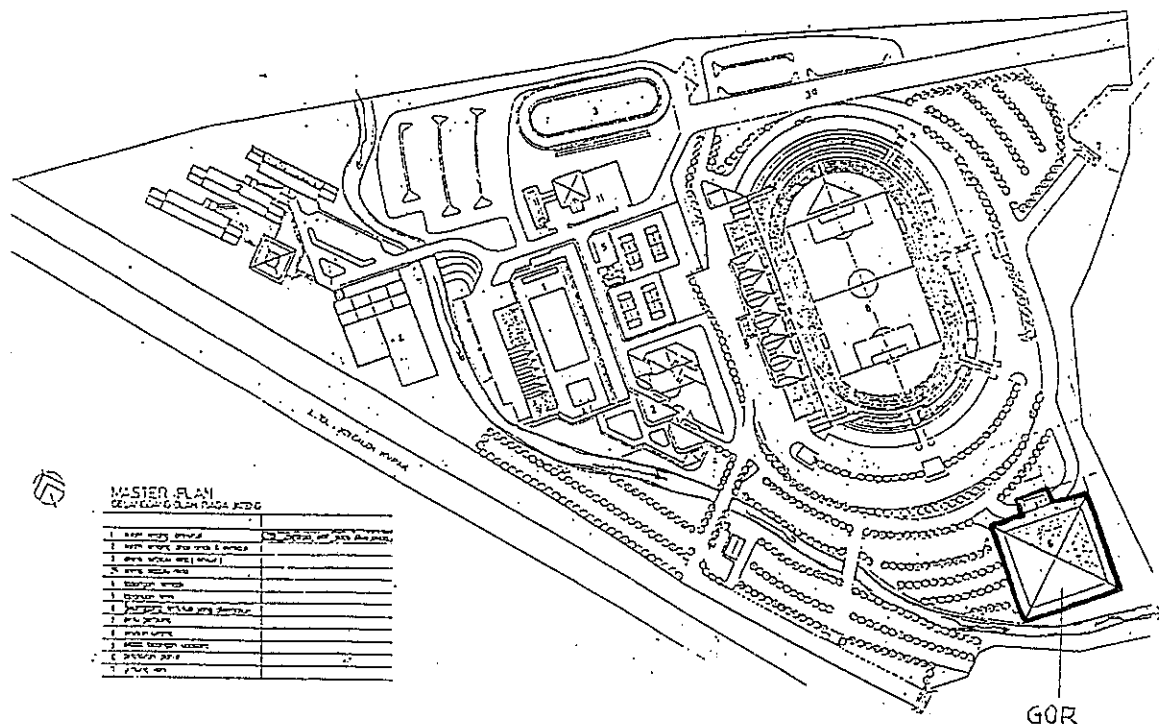
(b) Grafik kecepatan angin tiap posisi

IV. GAMBARAN UMUM GEDUNG OLAH RAGA (GOR) JATIDIRI

Gedung Olah Raga (GOR) Jatidiri Semarang ini merupakan salah satu fasilitas olah raga di kota Semarang menggantikan gedung olah raga lama yang berada di kawasan simpang lima (sekarang menjadi Hotel dan Mall Ciputra). GOR ini dibangun dari tahun 1989 dan selesai pada tahun 1991, mulai digunakan pada bulan oktober 1991. Gedung yang dibangun oleh konsorsium PT Pola Dwipa, PT Wastuwidiawan dan PT Sandhika ini terletak pada kompleks Gelanggang Olah Raga (Gelora) Jatidiri Jawa Tengah, berada di daerah karangrejo Semarang kurang lebih 1,5 km dari pasar Jatingaleh dan Jl. Teuku Umar (lihat gambar 14 dan gambar 15) dimana pada kompleks tersebut juga terdapat beberapa bangunan yaitu: kolam renang dewasa dan anak-anak, lintasan sepatu roda, arena menembak, lapangan tenis indoor dan outdoor, stadion utama, asrama atlet dan ruang pertemuan, bangunan untuk KONI, musholla, dan bangunan lain.



Gambar 14. Peta Lokasi GOR Jatidiri



Gambar 15. Master Plan GOR Jatidiri

Pada saat ini gelora Jatidiri dikelola oleh yayasan Dana Olah Raga (yadora), memiliki daya tampung 150.000 orang dan mampu menampung sekitar 650 mobil dan 2.000 motor yang terbagi dalam 3 tempat parkir. Jalan yang ada rata-rata selebar 6 m berlapis aspal, pada beberapa tempat terutama pada halaman bangunan yang ada terbuat dari paving blok. Pintu masuk dapat dicapai dari dua arah yaitu dari jalan Semeru dan dari jalan Karangrejo, dengan kunjungan rata-rata setiap harinya sekitar 250 orang, menggunakan mobil sekitar 20 serta motor sekitar 100 buah.

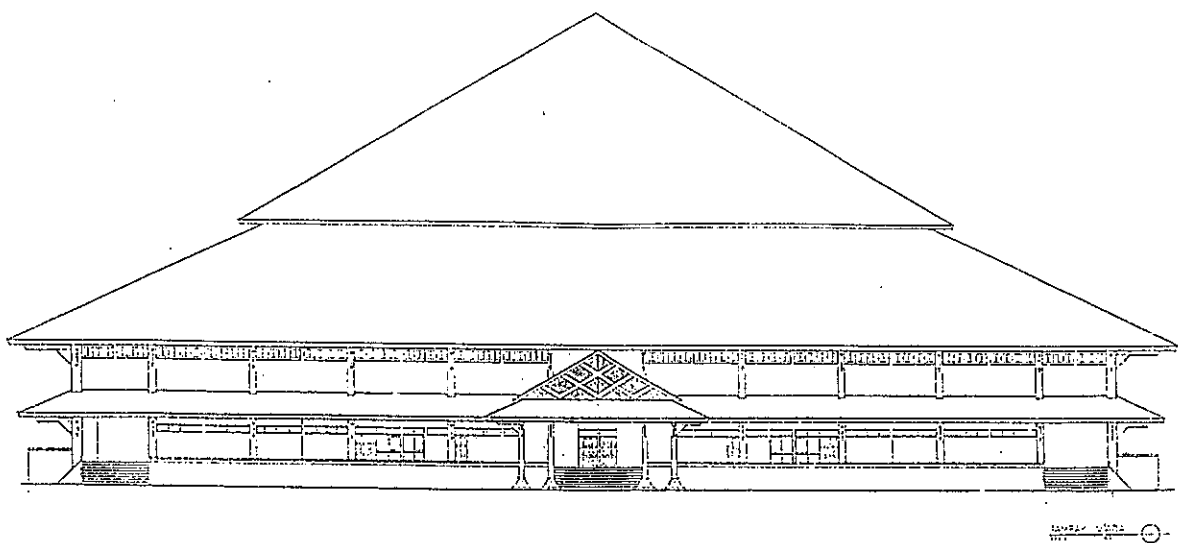
GOR yang juga dikelola oleh PT Yadora ini berbentuk bujursangkar, mempunyai ukuran bangunan 75,6 x 75,6 m dan ukuran penutup atap seluas 83,6 x 83,6 m. Fasilitas yang ada berupa *fasilitas utama*: Arena Olah Raga seluas 2.117 m² dengan tribune penonton mampu menampung 6.500 orang. *Fasilitas penunjang* berupa: R. pemanasan (2 buah), R. Ganti pakaian pria dan wanita dengan lavatory 2 unit, R. Dokter, R. PPPK, R. Wasit, R. Pers, R. Pengelola, R. VIP dan Lavatory, R. Pusat Kebugaran, R. Panel dan Genset, Gudang-gudang serta lavatory penonton 2 unit. Perhatikan Gambar denah.

Struktur bangunan GOR terdiri dari konstruksi atap dari kuda-kuda rangka baja penutup atap asbes, konstruksi tiang dari kolom beton dan kolom tribun sebagai soko guru, konstruksi pondasi menggunakan plat beton setempat dan pondasi lajur batu kali, sedangkan konstruksi lantai pada tribun dengan lantai beton dan lantai arena dilapis parket.

Secara Arsitektural, GOR yang diarsiteki oleh Ir. Totok Rusmanto, Ir. AA. Parmadhie IAI, Ir Sunardi dan Supriyatno ini memiliki ciri bangunan Arsitektur Tropis dengan Bentuk Bangunan Tajug Tumpang Loro, bentuk kanopi Kampung Gajah Njerum, Payon Emper disangga oleh konsol model pesisir Wetan – Kudus, Krepyak Ventilasi Model Gebyok Kudus, daun jendela model pesisir Kilen – Kendal serta bentuk Omah keyong kanopi menggunakan ragam hias post modern tradisional. Paduan seperti itulah yang menurut penulis dikatakan paduan yang adaptif (Ref: Wiranto). Perhatikan gambar 16.

Kegiatan olah raga yang dapat diwadahi dalam GOR ini adalah Bulu Tangkis sebanyak 6 band, Basket 1 band, Bola Volley 4 band, Tennis Meja 36 meja, serta dapat pula digunakan untuk kegiatan olah raga lainnya seperti

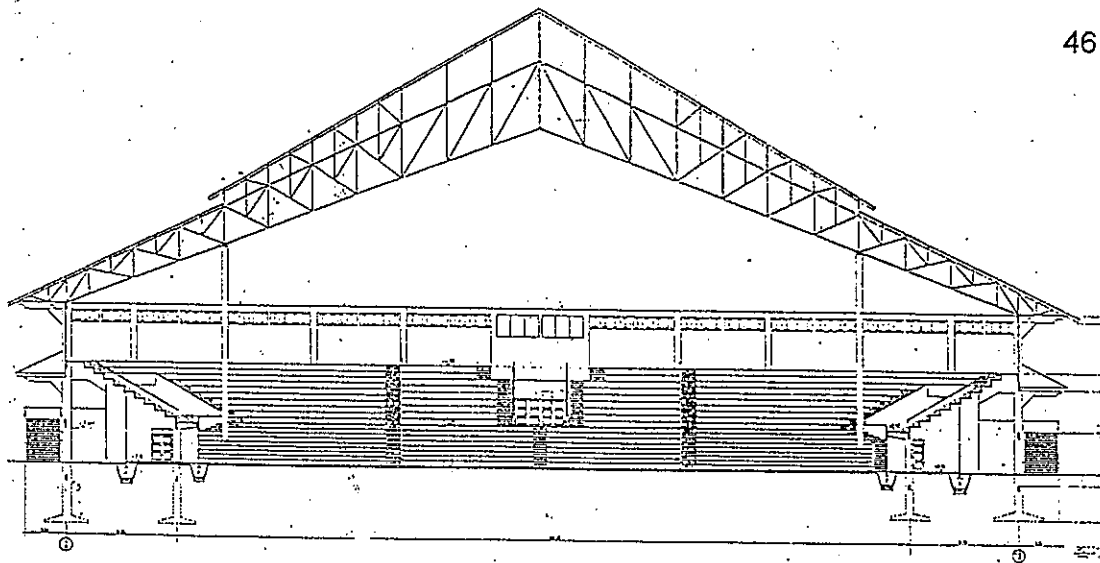
senam, beladiri, dll. Waktu penggunaan GOR ini dapat dikatakan 24 jam . Selama ini disamping digunakan untuk latihan Atlet Jawa Tengah, juga disewakan pada instansi-instansi maupun klub-klub olah raga untuk kegiatan olah raga, untuk pendidikan dan latihan, dan pada waktu-waktu tertentu untuk pertandingan olah raga baik tingkat regional maupun nasional, seperti Indonesia terbuka dll.



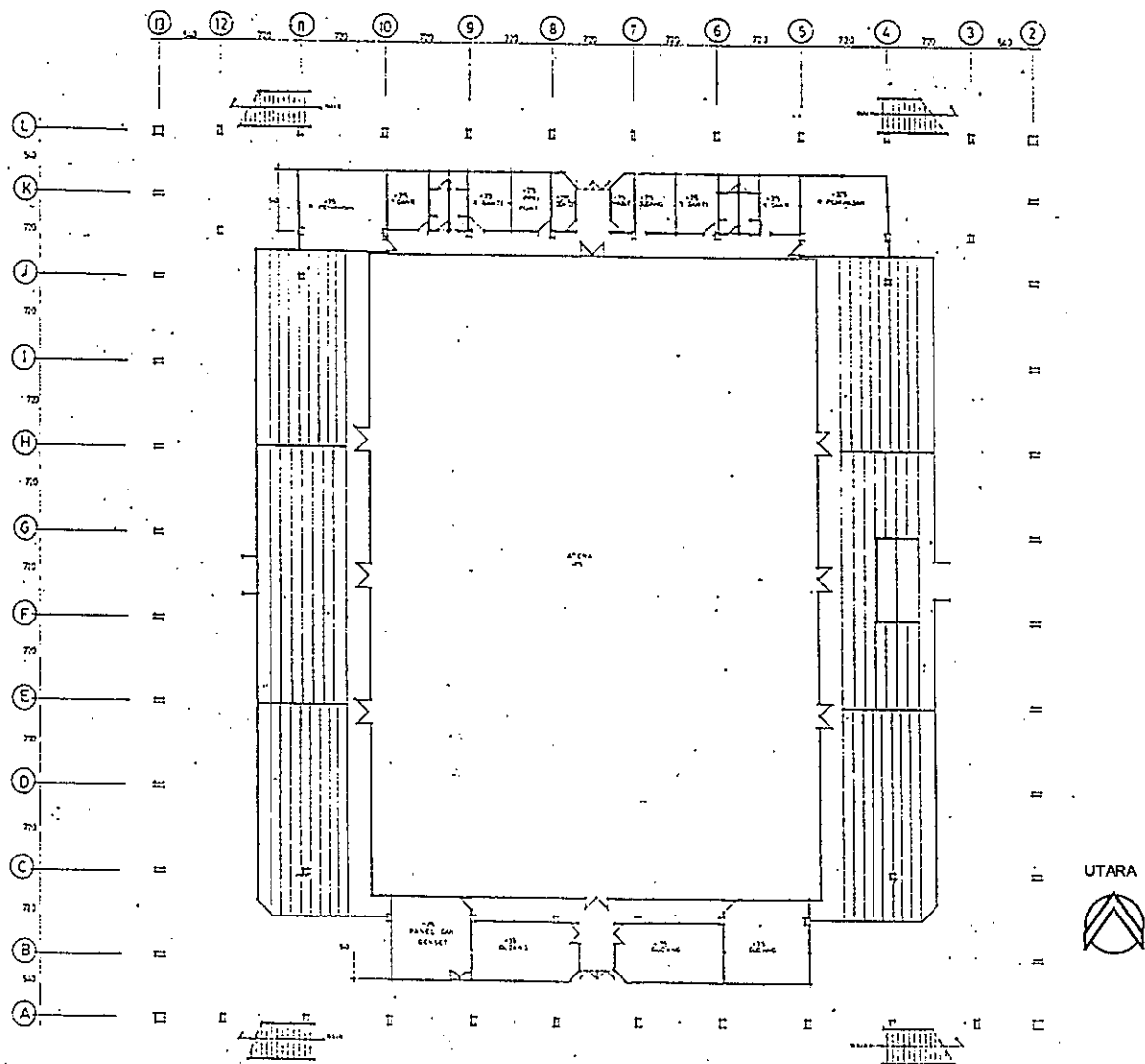
Gambar 16. Tampak Depan GOR Jatidiri

Orientasi GOR ini adalah menghadap ke arah Utara dengan lokasi parkir berada di sisi barat (lihat gambar 15). Areal parkir yang terbuat dari paving blok dapat mengurangi silau pada pagi hari, disamping mampu menyerap air hujan. Melihat bentuk GOR yang bujur sangkar, maka pengaruh sinar matahari pada sisi timur-selatan dan barat-utara adalah relatif sama. GOR ini juga memiliki tritisan selebar 2 m yang sama pada semua sisinya. Ventilasi udara pada lantai bawah (bangunan penunjang) menggunakan krepyak model gebyok kudusan sedangkan ruang utama ventilasinya bergabung dengan jendela krepyak yang bila dibuka merupakan lubang ventilasi, pada atapnya yang berbentuk tajug tumpang loro, diantara tumpang atap terdapat lobang ventilasi yang juga pada semua sisi. Vegetasi yang ada disekitar bangunan ini cukup banyak pada semua sisi bangunan dengan ketinggian rata-rata sekitar 8-10 m.

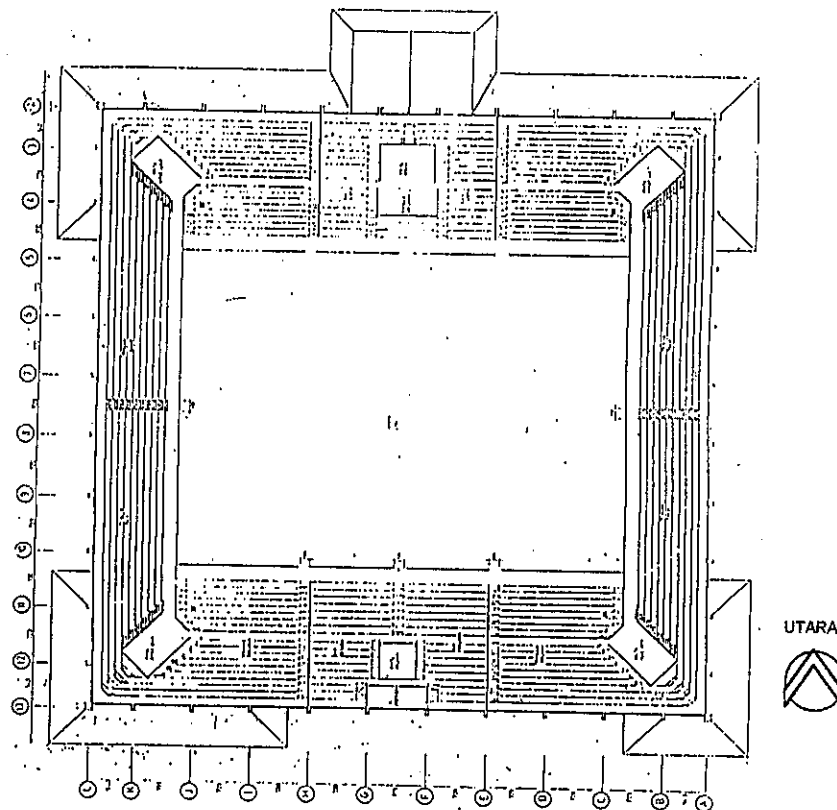
Pengukuran kondisi iklim GOR Jatidiri dilakukan pada tanggal 25 Juni 2001(dengan kecerahan matahari 75%), 27 juni 2001(85%), 5 Juli 2001(85%), 7 Juli 2001(85%),10 Juli 2001(75%), dan 11 Juli 2001 (75%) yang masing masing diukur pada pagi, siang dan sore hari diperoleh hasil seperti diperlihatkan pada tabel lampiran 2 s/d 7. Data yang diperoleh berupa Temperatur kering (DBT), Kelembaban (RH), kecepatan angin. Sedang untuk mendapatkan temperatur lembab (WBT) dengan menggabungkan DBT dan RH menggunakan tabel kelembaban relatif. Untuk mendapatkan Temperatur Efektif (TE) dengan menggunakan Diagram temperatur efektif.



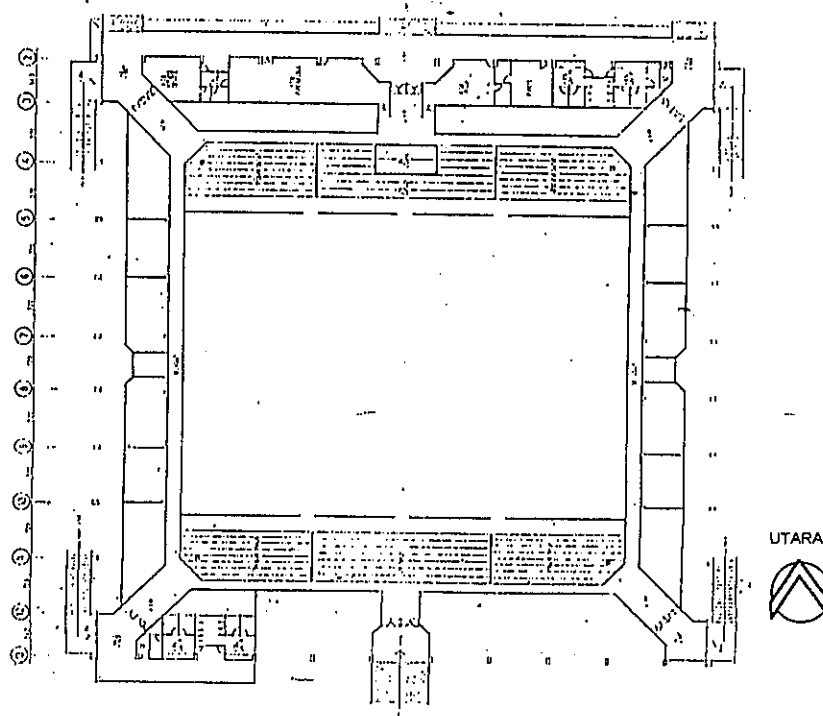
Gambar 17. Potongan Melintang GOR



Gambar 18. Denah Lt. 1. GOR Jatidiri



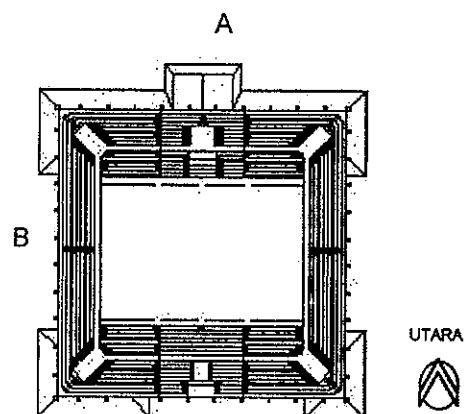
Gambar 19. Denah Tribun GOR Jatidiri



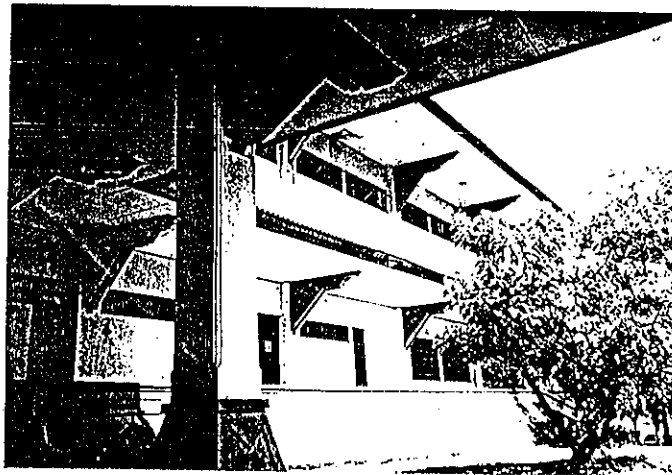
Gambar 20. Denah Lt. 2. GOR Jatidiri



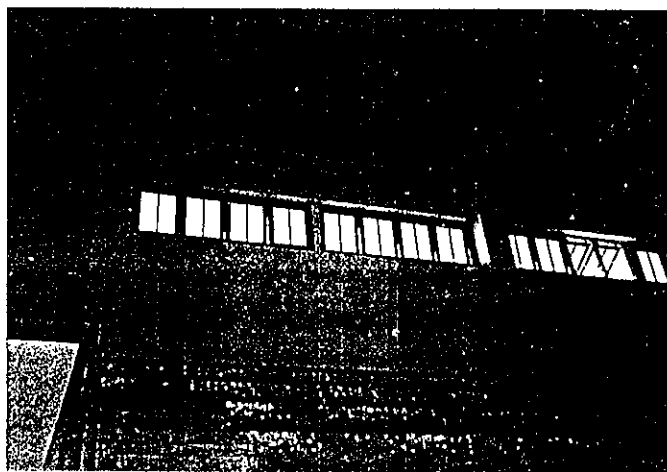
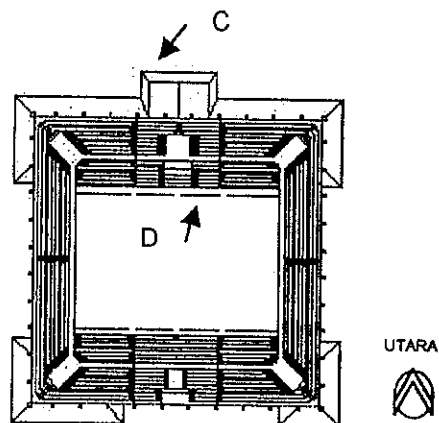
Gambar 21. Foto Tampak Depan GOR Jatidiri (A)



Gambar 22. Foto Tampak Samping GOR Jatidiri (B)



Gambar 23. Foto Letak Jendela dan Lebar Tritisan GOR Jatidiri (C)



Gambar 24. Foto Bukaan Jendela dilihat dari dalam GOR Jatidiri (D)

V. ANALISIS PENELITIAN

V.1. Analisis Kenyamanan termal pada tribun GOR dengan menggunakan parameter Temperatur Efektif

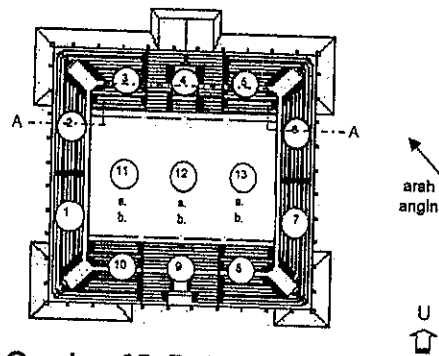
Pada penelitian GOR Jatidiri, nilai-nilai DBT, RH, dan WBT yang kemudian dimasukkan pada Diagram TE (gambar 1) diukur pada titik-titik tertentu di daerah tribun dan arena, dengan sebelumnya mengkombinasikan tata letak jendela dan sudut bukaan jendela pada posisi tertentu sebanyak 6 posisi. Jadi analisis akan dilakukan pada tiap-tiap posisi yang telah direncanakan.

V.1.1. Analisis Temperatur Efektif Potongan A-A

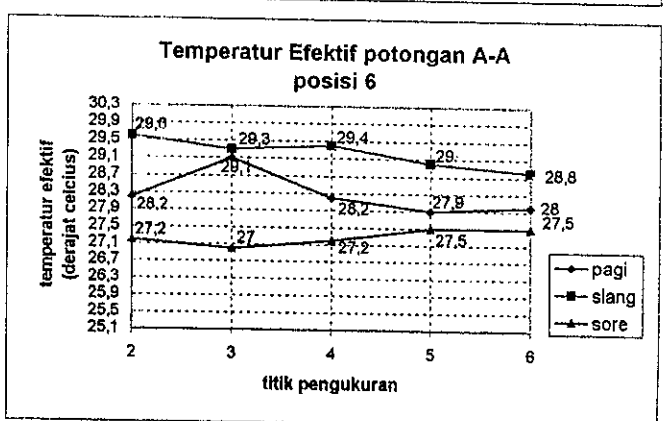
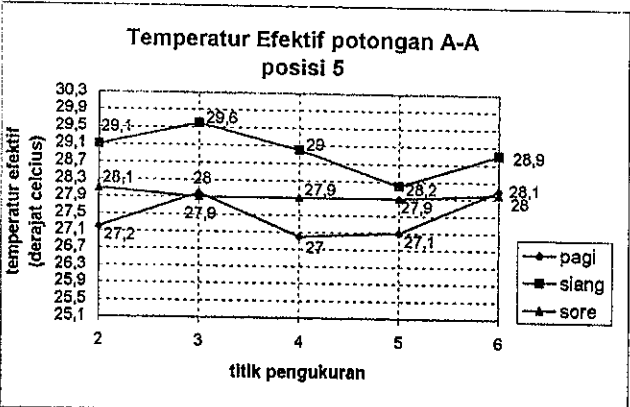
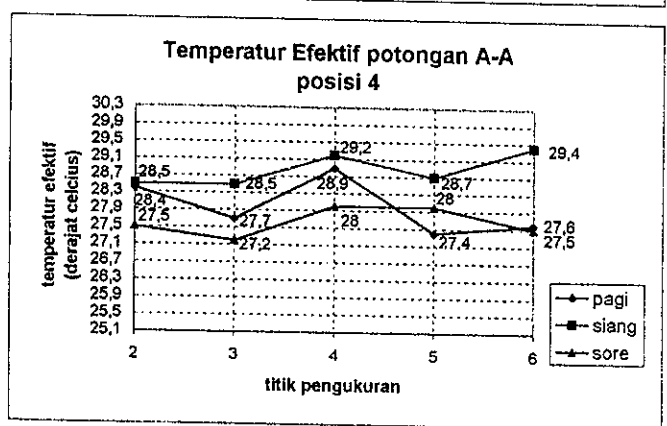
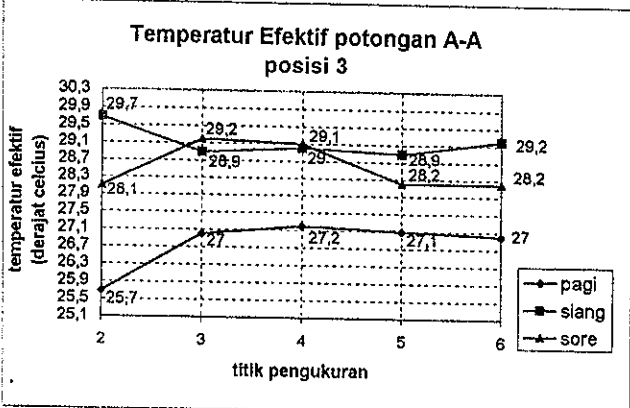
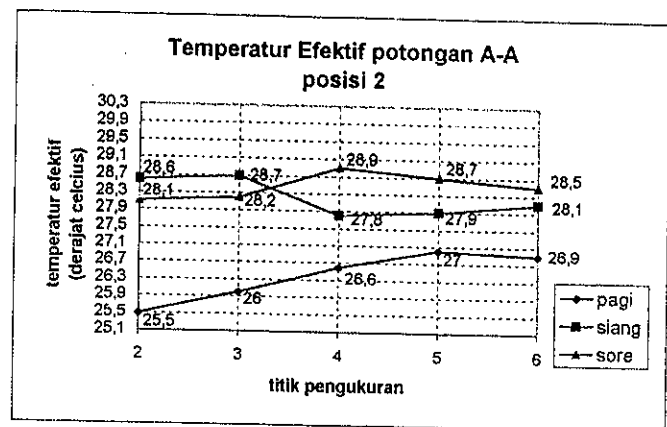
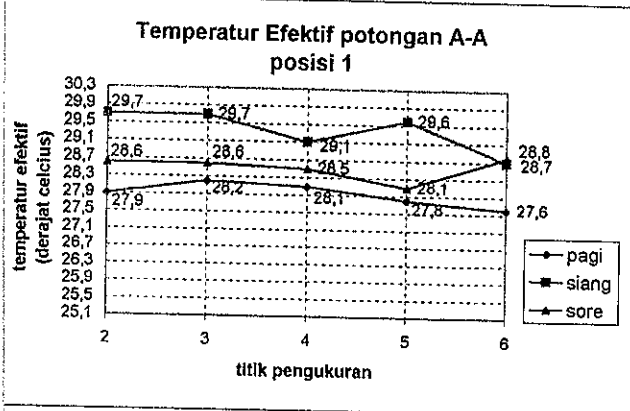
(lihat gambar 25 dan Grafik 1)

Posisi 1

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 2 yaitu pada tribun barat sebelah utara sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 (tribun utara sebelah barat) lebih tinggi sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, dan di titik 4 (tribun utara sebelah tengah) lebih rendah sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 5 (tribun utara sebelah timur) temperatur efektif lebih rendah sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling rendah di titik 6 (tribun timur sebelah utara) sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $29,7^{\circ}\text{C}$ sama dengan temperatur efektif di titik 3, sedangkan di titik 4 lebih rendah sebesar $29,1^{\circ}\text{C}$, dan lebih tinggi di titik 5 sebesar $29,6^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling rendah di titik 6 sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ sama dengan temperatur efektif di titik 3, sedangkan di titik 4 lebih rendah sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan paling rendah di titik 5 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 6 paling tinggi sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$.



Gambar 25. Potongan A-A



Grafik 1. Temperatur Efektif Potongan A-A

Pada posisi eksisting (posisi 1) dengan semua jendela dibuka sebesar 45 derajat, di titik 2 temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $29,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif terendah sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari. Menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis konservasi energi pada bangunan gedung SK SNI T-14-1993-03 (Dept. Pekerjaan Umum, 1993) dan menurut Soegijanto (Soegijanto, 1998), bahwa daerah kenyamanan termal bagi orang Indonesia adalah berada pada temperatur efektif antara $20,5 - 27,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan diatas $27,1^{\circ}\text{C}$ dikatakan berada pada temperatur panas (tidak nyaman), jadi pada titik 2 ini, baik pagi, siang maupun sore hari temperatur efektifnya relatif tinggi (berada pada temperatur panas) sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 3, temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $29,7^{\circ}\text{C}$ dan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, jadi karena temperatur efektif terendah berada pada daerah temperatur panas, maka baik pada pagi, siang maupun sore hari pada tribun di titik 3 ini tidak nyaman bagi penonton. Titik 4, temperatur efektif terendah adalah sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari berada pada temperatur panas, sehingga baik pagi, siang, maupun sore hari, pada tribun di titik 4 ini tidak nyaman bagi penonton. Titik 5, temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah temperatur panas, sehingga baik pagi, siang, maupun sore hari, pada tribun di titik 5 ini tidak nyaman bagi penonton, Titik 6, temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah temperatur panas, sehingga baik pagi, siang, maupun sore hari, pada tribun di titik 6 ini juga tidak nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 1 tidak nyaman bagi penonton, baik pada pagi, siang maupun sore hari.

Posisi 2

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $25,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 lebih tinggi sebesar 26°C dan di titik 4 lebih tinggi sebesar $26,6^{\circ}\text{C}$, dan paling tinggi temperatur efektif di titik 5 sebesar 27°C , sedangkan di titik 6 temperatur efektif lebih rendah sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$, dan di titik 3 paling tinggi sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$,

sedangkan di titik 4 paling rendah sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 5 lebih tinggi sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$, serta lebih tinggi lagi di titik 6 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 paling rendah sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, dan di titik 3 lebih tinggi sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling tinggi di titik 4 sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$, kemudian di titik 5 lebih rendah sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$, dan di titik 6 lebih rendah lagi sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$.

Pada posisi 2 dimana jendela dibuka semua dengan sudut 90° derajat, di titik 2 temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $25,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah nyaman optimal ($22,8 - 25,8^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 3, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar 26°C berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 4, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,6^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 5 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 6 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 2 ini hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 3

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 2 adalah yang terendah sebesar $25,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 lebih tinggi sebesar 27°C dan di titik 4 paling tinggi sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 5 lebih rendah sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ dan di titik 6 lebih rendah lagi sebesar 27°C . Pada siang hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $29,7^{\circ}\text{C}$ merupakan yang tertinggi, sedangkan di titik 3 lebih rendah sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$ dan di titik 4 lebih tinggi sebesar 29°C , sedangkan temperatur efektif di titik 5 sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$ sama dengan di titik 3, kemudian temperatur efektif di titik 6 lebih tinggi sebesar $29,2^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$ merupakan yang terendah, sedangkan di titik 3 adalah yang tertinggi sebesar $29,2^{\circ}\text{C}$, dan di titik 4 lebih rendah sebesar $29,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 5 lebih rendah lagi sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$ sama dengan temperatur efektif di titik 6.

Pada posisi 3 dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi yang berseberangan utara-selatan selebar masing-masing $1/3$ L atau 28 jendela, dan jendela lainnya dibuka sebesar 15 derajat : Titik 2, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $25,7^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah nyaman optimal ($22,8 - 25,8^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 3, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 4, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar 29°C . Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman. Titik 5 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif

terendah pada sore hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 6 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun pada posisi 3 ini hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 4

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 lebih rendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, dan paling tinggi temperatur efektif di titik 4 sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 5 paling rendah sebesar $27,4^{\circ}\text{C}$ dan di titik 6 lebih tinggi sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$ sama dengan di titik 3 merupakan temperatur efektif paling rendah, sedangkan di titik 4 lebih tinggi sebesar $29,2^{\circ}\text{C}$ dan di titik 5 lebih rendah sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling tinggi di titik 6 sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ merupakan temperatur efektif paling rendah, dan di titik 4 sebesar 28°C sama dengan di titik 5 merupakan temperatur efektif paling tinggi, sedangkan pada tribun sebelah timur di titik 6 sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ sama dengan pada tribun sebelah barat di titik 2.

Pada posisi 4 dengan jendela yang dibuka selebar 90° derajat berseberangan pada sisi utara-selatan dengan lebar inlet atau sisi selatan selebar $1/3\text{ L}$ (28 jendela) dan sisi utara (outlet) selebar $2/3\text{ L}$ (56 jendela) dan sisi yang lain dibuka selebar 15° derajat : Titik 2, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ pada sore hari berada di daerah panas dari standar kenyamanan, sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 3 temperatur efektif terendah berada pada sore hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada pagi dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan

temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman. Titik 4, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar 28°C pada sore hari berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 5, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,4^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 6, temperatur tertinggi sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$ pada siang hari dan terendah sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ pada sore hari, kesemuanya berada pada daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun pada posisi 4 ini tidak nyaman bagi penonton, baik pada pagi, siang maupun sore hari.

Posisi 5

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 lebih tinggi sebesar 28°C , dan paling rendah di titik 4 sebesar 27°C , sedangkan di titik 5 sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ dan di titik 6 paling tinggi sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $29,1^{\circ}\text{C}$ dan paling tinggi di titik 3 sebesar $29,6^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 4 lebih rendah sebesar 29°C , dan di titik 5 paling rendah sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 6 lebih tinggi sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$ merupakan temperatur efektif tertinggi, sedangkan di titik 3 lebih rendah sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ sama dengan di titik 3, titik 4 dan titik 5 ketiganya merupakan temperatur efektif terendah, sedangkan di titik 6 lebih tinggi sebesar 28°C masih lebih rendah dibanding titik 2 pada tribun di sisi barat.

Pada posisi 5 dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi timur dan utara masing-masing selebar $1/3\text{ L}$ atau sebanyak 28 jendela dan sisi lainnya dibuka dengan sudut 15 derajat: Titik 2, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada sore dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur

efektif terendah pada sore hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman. Titik 3, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ pada sore hari berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 4, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 5, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 6, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar 28°C pada sore hari berada di daerah panas, sehingga tidak nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun pada posisi 5 ini, hanya pada pagi hari, 2 titik dari 5 titik yang nyaman bagi penonton.

Posisi 6

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 paling tinggi sebesar $29,1^{\circ}\text{C}$, dan di titik 4 lebih rendah sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, serta paling rendah di titik 5 sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 6 lebih tinggi sebesar 28°C masih lebih rendah dibanding titik 2 pada tribun barat. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ merupakan temperatur efektif tertinggi, sedangkan di titik 3 sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$, dan di titik 4 lebih tinggi sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 5 lebih rendah sebesar 29°C , dan paling rendah di titik 6 sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 2 sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 3 paling rendah sebesar 27°C , dan di titik 4 sama dengan titik 2, sedangkan di titik 5 lebih tinggi sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ sama dengan temperatur efektif di titik 6.

dan utara sama dengan posisi 5, bedanya pada sisi utara lebar jendela yang dibuka selebar $\frac{2}{3}$ L atau ada 56 jendela, sedangkan sisi yang lain jendela dibuka dengan sudut 15 derajat : Titik 2, temperatur efektif terendah berada pada sore hari sebesar $27,2^{\circ}$ C sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi 0,1 derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pagi dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $28,2^{\circ}$ C. Jadi hanya pada sore hari penonton relatif merasa agak nyaman. Titik 3, temperatur efektif paling rendah pada sore hari sebesar 27° C berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}$ C), sedangkan pada pagi dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $29,1^{\circ}$ C. Jadi hanya pada sore hari penonton merasa nyaman. Titik 4 hampir sama dengan titik 2, temperatur efektif terendah berada pada sore hari sebesar $27,2^{\circ}$ C sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi 0,1 derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pagi dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $28,2^{\circ}$ C. Jadi hanya pada sore hari penonton relatif merasa agak nyaman. Titik 5, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,5^{\circ}$ C pada sore hari berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 6 hampir sama dengan titik 5, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,5^{\circ}$ C pada sore hari berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun, baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton.

Temperatur efektif pada posisi eksisting atau posisi 1 di daerah tribun sebelah utara tidak nyaman bagi penonton baik pada pagi, siang maupun sore hari, hal ini memperlihatkan pembuktian terhadap permasalahan yang terjadi pada GOR bahwa terjadi ketidaknyamanan termal pada tribun. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, hasilnya pada posisi 2 dan posisi 3, daerah tribun menjadi nyaman bagi penonton pada pagi hari, sehingga pada pagi hari aktivitas menonton dapat dilakukan. Sedangkan pada posisi yang lain yaitu posisi 4, posisi 5 dan posisi 6 tidak memperlihatkan perubahan kenyamanan dibandingkan posisi eksisting, artinya baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

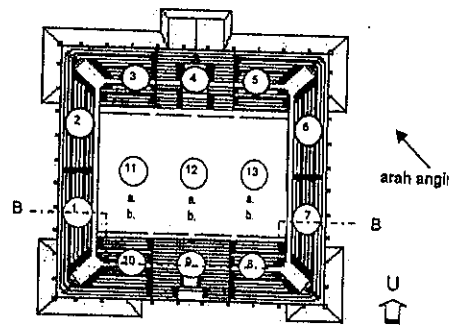
V.1.2. Temperatur Efektif Potongan B-B

(lihat gambar 26 dan Grafik 2)

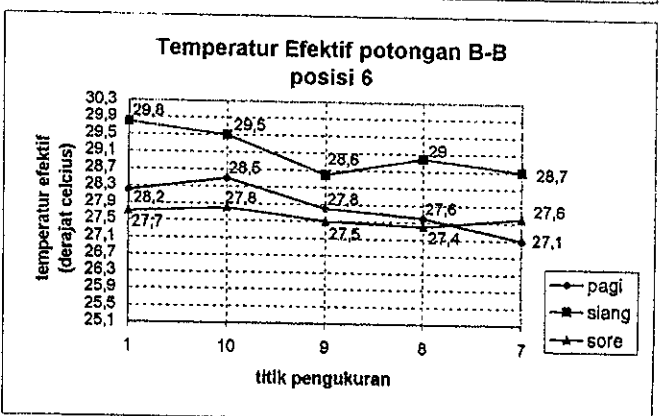
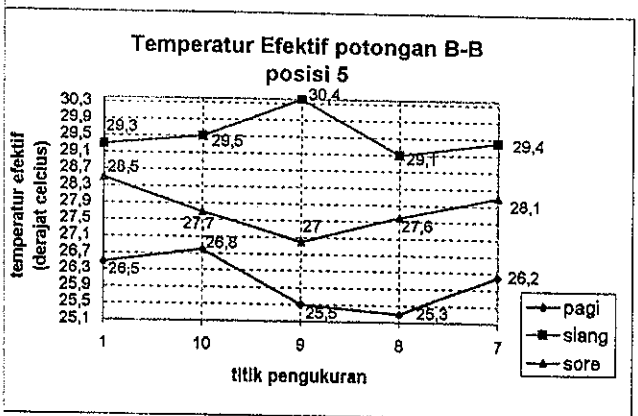
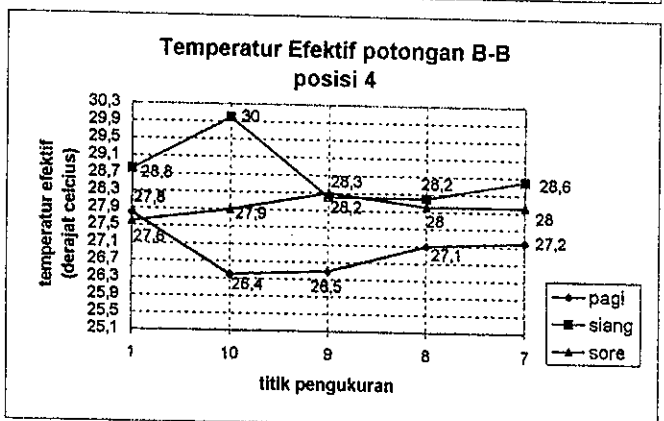
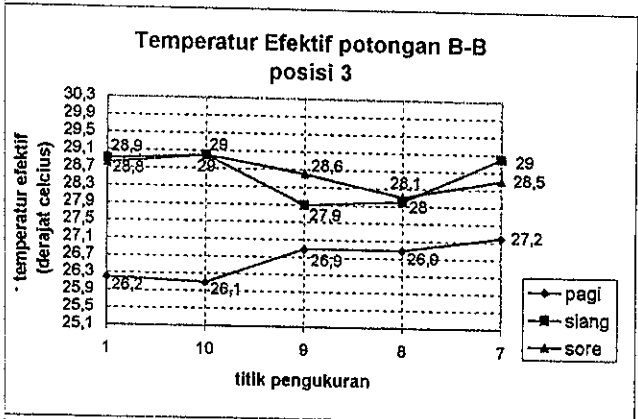
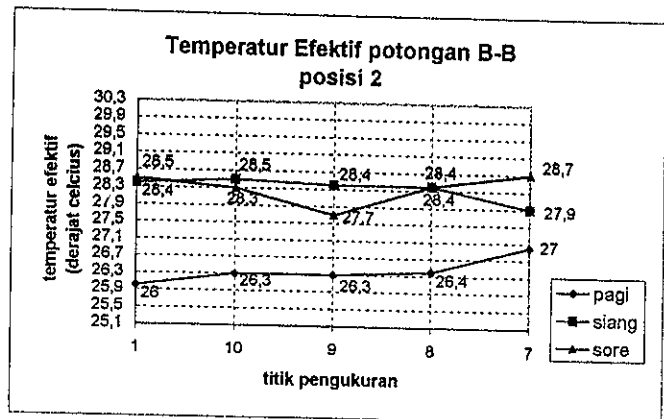
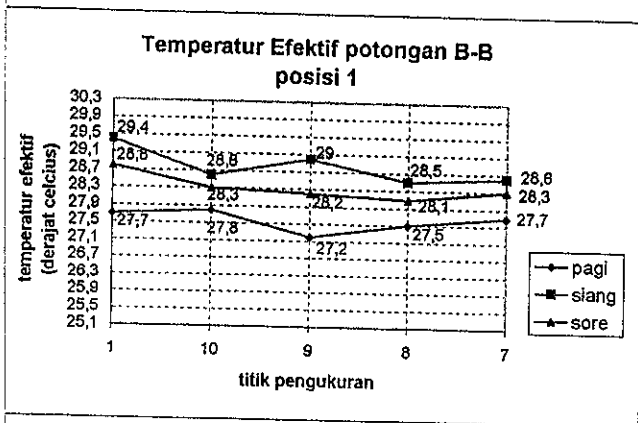
Posisi 1

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 (tribun barat sebelah selatan) sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 (tribun selatan sebelah barat) paling tinggi sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 (tribun selatan sebelah tengah) paling rendah sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 8 (tribun selatan sebelah timur) lebih tinggi sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 (tribun timur sebelah selatan) sama dengan tribun barat sebelah selatan di titik 1 sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 paling tinggi sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 lebih rendah sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 lebih tinggi sebesar 29°C , sedangkan di titik 8 paling rendah sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 sama dengan temperatur efektif di titik 10, lebih rendah dibandingkan di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 paling tinggi sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 lebih rendah sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 lebih rendah sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling rendah di titik 8 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 sama dengan di titik 10 sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$, lebih rendah dibandingkan di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan.

Titik 1, temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari. Menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis konservasi energi pada bangunan gedung SK SNI T-14-1993-03 (Dept. Pekerjaan Umum, 1993) dan menurut Soegijanto (Soegijanto, 1998), bahwa daerah kenyamanan termal bagi orang Indonesia adalah berada pada temperatur efektif antara $20,5 - 27,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan diatas $27,1^{\circ}\text{C}$ dikatakan berada pada temperatur panas (tidak nyaman), jadi pada titik 1 ini, baik pagi, siang maupun sore hari temperatur efektifnya relatif tinggi (berada pada temperatur panas) sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 10, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.



Gambar 26. Potongan B-B



Grafik 2. Temperatur Efektif Potongan B-B

Titik 9, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman. Titik 8, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 7, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun pada posisi 1 tidak nyaman bagi penonton, baik pagi, siang maupun sore hari.

Posisi 2

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar 26°C , sedangkan di titik 10 lebih tinggi sebesar $26,3^{\circ}\text{C}$ sama dengan di titik 9, dan temperatur efektif di titik 8 lebih tinggi sebesar $26,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 7 temperatur efektif paling tinggi sebesar 27°C . Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$, dan di titik 10 paling tinggi sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 9 dan di titik 8 sama dengan di titik 1 sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 paling rendah sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 10 lebih rendah sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling rendah di titik 9 sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, kemudian di titik 8 lebih tinggi sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 paling tinggi sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dibandingkan di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan.

Titik 1, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar 26°C berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 10, temperatur

efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 9, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 8 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,4^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif baik siang maupun sore hari sama sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 7 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi pada sore hari sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 2 ini hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 3

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 lebih rendah sebesar $26,1^{\circ}\text{C}$ dan di titik 9 lebih tinggi sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$, sama dengan temperatur efektif di titik 8, sedangkan di titik 7 temperatur efektif paling tinggi sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$, dan di titik 10 paling tinggi sebesar 29°C , sedangkan di titik 9 paling rendah sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ dan di titik 8 lebih tinggi sebesar 28°C , dan di titik 7 paling tinggi sebesar 29°C . Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 10 paling tinggi sebesar 29°C , sedangkan temperatur efektif di titik 9 lebih rendah sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$, kemudian di titik 8 paling rendah sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, dan di titik 6 lebih tinggi sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dibandingkan di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan.

Titik 1, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 10, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,1^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif sama untuk keduanya sebesar 29°C . Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 9, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 8 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif baik siang maupun sore hari hampir sama sebesar 28°C dan $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 7, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 3 ini hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 4

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 paling tinggi sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 paling rendah sebesar $26,4^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 lebih tinggi sedikit sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 8 lebih tinggi sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ dan di titik 7 lebih tinggi lagi sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ tapi masih lebih rendah dibandingkan temperatur efektif di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan. Pada siang hari,

temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 paling tinggi sebesar 30°C , dan di titik 9 paling rendah sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$ sama dengan di titik 8, sedangkan di titik 7 lebih tinggi sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dibanding temperatur efektif di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 paling rendah sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 lebih tinggi sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 paling tinggi sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 8 dan 7 lebih rendah masing-masing sama sebesar 28°C .

Titik 1, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$, sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 10, temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $26,4^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ pada sore hari. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 9, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 8, temperatur efektif terendah juga masih pada pagi hari sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar 28°C . Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 7, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar 28°C . Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 4 ini relatif nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 5

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling tinggi di titik 10 sebesar $26,8^{\circ}\text{C}$ dan di titik 9 lebih

rendah sebesar $25,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif paling rendah di titik 8 sebesar $25,3^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 lebih tinggi sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 lebih tinggi sebesar $29,5^{\circ}\text{C}$, dan paling tinggi di titik 9 sebesar $30,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 8 paling rendah sebesar $29,1^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 lebih tinggi sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif paling tinggi di titik 1 sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 lebih rendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, dan paling rendah di titik 9 sebesar 27°C , sedangkan di titik 8 lebih tinggi sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$ lebih dibandingkan temperatur efektif di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan.

Titik 1, temperatur efektif efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 10, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,8^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif paling rendah pada sore hari sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 9, temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $30,4^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah panas, sedangkan pada pagi dan sore hari temperatur efektif relatif rendah dengan temperatur efektif masing-masing pada pagi hari sebesar $25,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah nyaman optimal dan sore hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman. Jadi hanya pada siang hari penonton tidak nyaman. Titik 8 temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $25,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah nyaman optimal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 7, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi

dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 5 ini hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman

Posisi 6

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 paling tinggi sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 lebih rendah sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 8 lebih rendah sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$ sedangkan temperatur efektif paling rendah di titik 7 sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dibandingkan di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 paling tinggi sebesar $29,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 10 lebih rendah sebesar $29,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 9 paling rendah sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$, dan di titik 8 lebih tinggi sebesar 29°C , dan di titik 7 temperatur efektif lebih rendah sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 (tribun barat sebelah selatan) sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 10 (tribun selatan sebelah barat) paling tinggi sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 9 (tribun selatan sebelah tengah) lebih rendah sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 8 (tribun selatan sebelah timur) paling rendah sebesar $27,4^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 (tribun timur sebelah selatan) lebih rendah dibandingkan tribun barat sebelah selatan di titik 1 sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$.

Titik 1, temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $29,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada sore hari, jadi pada titik 1 ini, baik pagi, siang maupun sore hari temperatur efektifnya relatif tinggi (berada pada temperatur panas) sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 10, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$ pada sore hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 9, temperatur efektif terendah berada pada sore hari sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas, jadi pada titik 9 ini, baik pagi, siang maupun sore hari temperatur efektifnya relatif tinggi (berada pada temperatur panas) sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 8, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur

efektif terendah sebesar $27,4^{\circ}\text{C}$ pada sore hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 7, temperatur efektif pada pagi hari sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada siang dan sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$ pada sore hari sudah berada di daerah panas, sehingga hanya pada pagi hari nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun pada posisi 6 kurang nyaman bagi penonton, baik pagi, siang maupun sore hari.

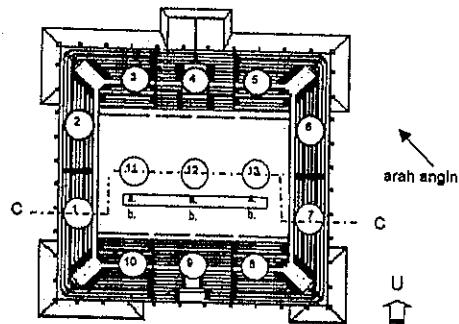
Temperatur efektif pada posisi eksisting atau posisi 1, di daerah tribun sebelah selatan tidak nyaman bagi penonton baik pada pagi, siang maupun sore hari, hal ini memperlihatkan pembuktian terhadap permasalahan yang terjadi pada GOR bahwa terjadi ketidaknyamanan termal pada tribun. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, hasilnya pada posisi 2, posisi 3 posisi 4 dan posisi 5, daerah tribun menjadi nyaman bagi penonton pada pagi hari, sehingga pada pagi hari aktivitas menonton dapat dilakukan. Sedangkan pada posisi yang lain yaitu posisi 6 tidak memperlihatkan perubahan kenyamanan dibandingkan posisi eksisting, artinya baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

V.1.3. Temperatur Efektif Potongan C-C

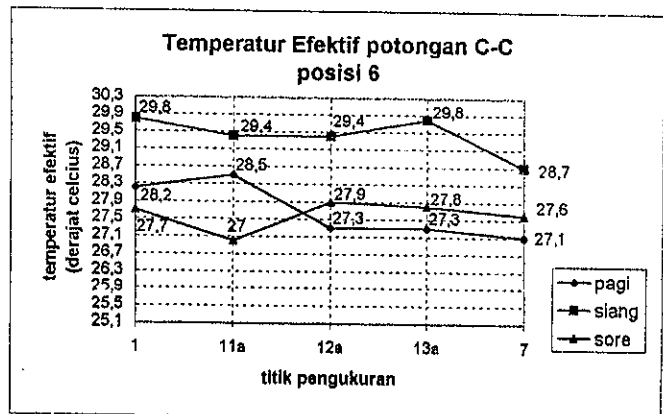
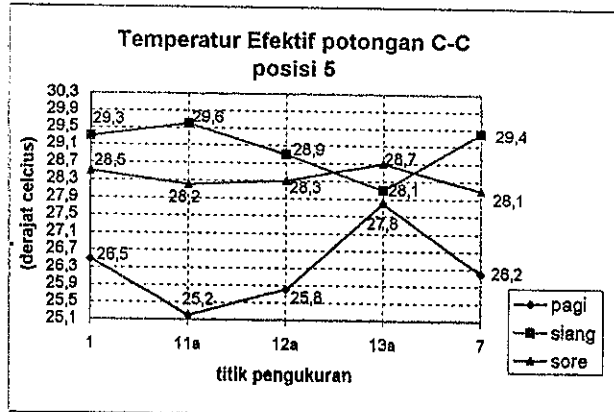
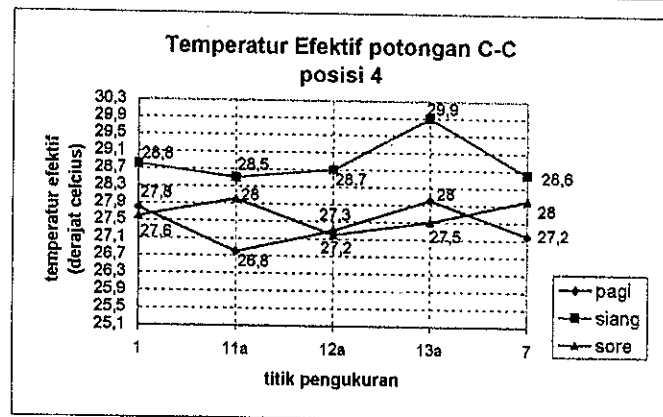
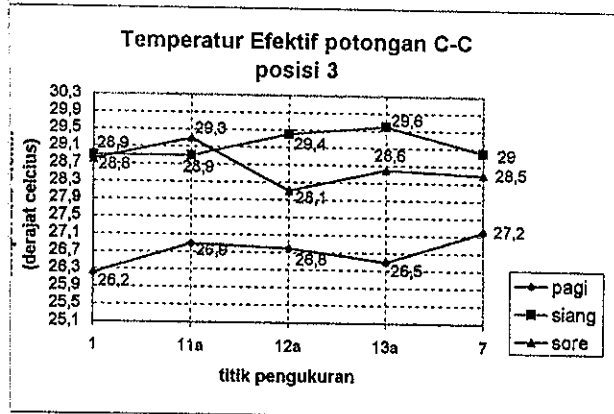
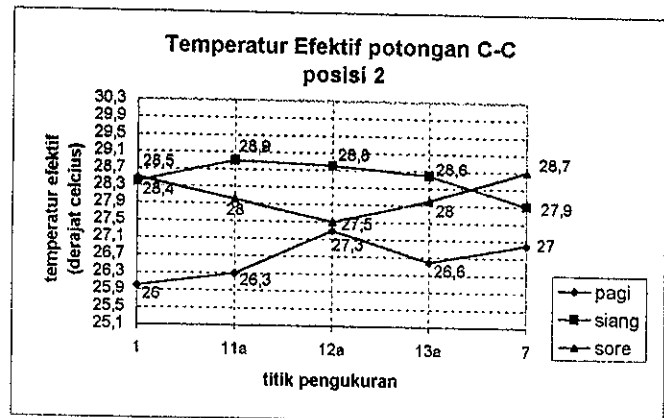
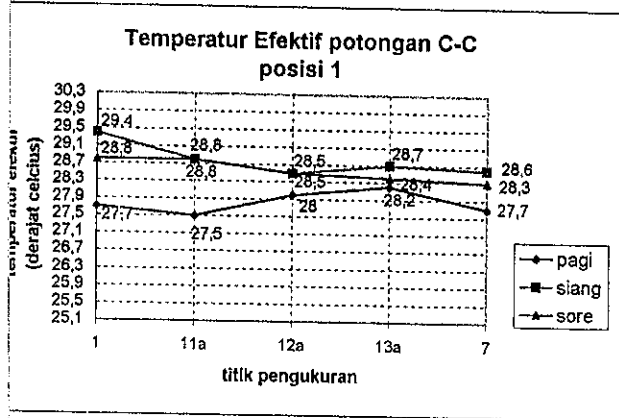
(lihat gambar 27 dan Grafik 3)

Posisi 1

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 (tribun barat sebelah selatan) sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a (arena sebelah barat setinggi lk. 1,5 m) paling rendah sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 12a (arena di tengah setinggi lk. 1,5 m) lebih tinggi sebesar 28°C , sedangkan di titik 13a (arena sebelah timur setinggi lk. 1,5 m) paling tinggi sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 (tribun timur sebelah selatan) lebih rendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ sama dengan di titik 1. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 paling tinggi sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a lebih rendah sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, dan di titik 12a paling rendah sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 13a lebih tinggi sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 7 lebih rendah sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 paling sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$ sama dengan temperatur efektif di titik 11a, sedangkan di titik 12a lebih rendah sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 13a lebih rendah lagi sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$, dan paling rendah di titik 7 sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$.



Gambar 27. Potongan C-C



Grafik 3. Temperatur Efektif Potongan C-C

Titik 1, temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari. Menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis konservasi energi pada bangunan gedung SK SNI T-14-1993-03 (Dept. Pekerjaan Umum, 1993) dan menurut Soegijanto (Soegijanto, 1998), bahwa daerah kenyamanan termal bagi orang Indonesia adalah berada pada temperatur efektif antara $20,5 - 27,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan diatas $27,1^{\circ}\text{C}$ dikatakan berada pada temperatur panas (tidak nyaman), jadi pada titik 1 ini, baik pagi, siang maupun sore hari temperatur efektifnya relatif tinggi (berada pada temperatur panas) sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 11a, temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ berada di daerah panas menurut standar kenyamanan termal, sehingga kurang nyaman bagi pemain, baik pagi, siang maupun sore hari. Titik 12a, temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar 28°C , sehingga kurang nyaman bagi pemain, baik pagi, siang maupun sore hari. Titik 13a, temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, sehingga kurang nyaman bagi pemain, baik pagi, siang maupun sore hari. Titik 7, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada pagi hari sudah berada di daerah panas, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, baik pada arena maupun daerah tribun pada posisi 1 tidak nyaman bagi penonton maupun pemain, baik pagi, siang dan sore hari.

Posisi 2

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 paling rendah sebesar 26°C , sedangkan di titik 11a lebih tinggi sebesar $26,3^{\circ}\text{C}$, dan di titik 12a paling tinggi sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 13a lebih rendah sebesar $26,6^{\circ}\text{C}$, dan di titik 7 lebih tinggi sebesar 27°C . Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a paling tinggi sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$ dan di titik 12a lebih rendah sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, di titik 13a lebih rendah sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$, dan

paling rendah di titik 7 sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a sebesar 28°C , dan di titik 12a paling rendah sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 13a lebih tinggi sebesar 28°C , dan paling tinggi di titik 7 sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$.

Titik 1, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar 26°C berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 11a, temperatur efektif paling rendah sebesar $26,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah sebesar 28°C pada sore hari berada pada daerah panas, sehingga tidak nyaman bagi pemain. Titik 12a, temperatur efektif pada pagi, siang dan sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah panas sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi pemain. Titik 13a, sama dengan titik 11a, hanya pagi hari yang nyaman bagi pemain karena temperatur efektifnya sebesar $26,6^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada siang dan sore hari relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar 28°C sudah berada pada daerah panas, sehingga tidak nyaman bagi pemain. Titik 7, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada siang hari sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ dan temperatur tertinggi pada sore hari sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 2 ini hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari. Sedangkan pada arena hanya pada arena sebelah barat dan timur yang nyaman bagi pemain pada pagi hari.

Posisi 3

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 paling rendah sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada tribun barat di titik 11a lebih tinggi sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$, dan di

titik 12a lebih rendah sebesar $26,8^{\circ}\text{C}$, di titik 13a lebih rendah lagi sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 7 paling tinggi sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$ sama dengan temperatur efektif di arena barat di titik 11a, sedangkan di titik 12a lebih tinggi sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, dan paling tinggi di titik 13a sebesar $29,6^{\circ}\text{C}$, sedangkan di tribun timur di titik 7 sebesar 29°C lebih tinggi dibandingkan tribun barat di titik 1. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a paling tinggi sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$ dan paling rendah di titik 12a sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 13a lebih tinggi sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ dan di titik 7 lebih rendah sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$.

Titik 1, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 11a, temperatur efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$ pada siang hari berada pada daerah panas. Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 12a, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,8^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 13a temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ pada sore hari berada pada daerah panas. Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 7, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 3 ini relatif nyaman bagi penonton hanya pada pagi hari. Sedangkan pada arena hanya nyaman bagi pemain pada pagi hari.

Posisi 4

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a paling rendah sebesar $26,8^{\circ}\text{C}$, dan lebih tinggi di titik 12a sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$, paling tinggi di titik 13a sebesar 28°C sedangkan di titik 7 sebesar 27°C lebih rendah dibandingkan pada tribun barat di titik 1. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,8^{\circ}\text{C}$, paling rendah di titik 11a sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, dan di titik 12a lebih tinggi sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$, sedangkan paling tinggi di titik 13a sebesar $29,9^{\circ}\text{C}$, di titik 7 sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dibandingkan pada tribun barat di titik 1. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$, sedangkan tertinggi di arena di titik 11a sebesar 28°C , dan paling rendah di titik 12a sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$, di titik 13a lebih tinggi sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, sedang di titik 7 sebesar 28°C lebih tinggi dibandingkan tribun barat di titik 1.

Titik 1, temperatur efektif pada pagi, siang maupun sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$, sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 11a, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $26,8^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar 28°C . Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 12a, temperatur efektif terendah berada pada sore hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$ derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada pagi dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari pemain relatif merasa agak nyaman. Titik 13a, temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$ berada di daerah panas menurut standar kenyamanan termal, sehingga kurang nyaman bagi pemain, baik pagi, siang maupun sore hari. Titik 7, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $27,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah panas hanya lebih tinggi $0,1$

derajat dari daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar 28°C . Jadi hanya pada pagi hari penonton relatif merasa agak nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 4 ini relatif nyaman bagi penonton pada pagi hari. Sedangkan pada arena hanya di arena barat pada pagi hari yang nyaman bagi pemain.

Posisi 5

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 11a paling rendah sebesar $25,2^{\circ}\text{C}$, dan di titik 12a lebih tinggi sebesar $25,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 13a paling tinggi sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, dan di tribun timur di titik 7 sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dibandingkan tribun barat di titik 1. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada arena barat di titik 11a paling tinggi sebesar $29,6^{\circ}\text{C}$, dan di titik 12a lebih rendah sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$, dan paling rendah di titik 13a sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 7 sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dibandingkan pada tribun barat di titik 1. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$ dan di titik 11a lebih rendah sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, dan lebih tinggi di titik 12a sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 13a paling tinggi sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$, dan paling rendah di titik 7 sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$.

Titik 1, temperatur efektif efektif paling rendah pada pagi hari sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman ($25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$) pada standar kenyamanan termal, sedangkan pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 11a, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $25,2^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah nyaman optimal, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 12a, temperatur efektif terendah masih pada pagi hari sebesar $25,8^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi

dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 13a, temperatur efektif pada pagi, siang dan sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah panas sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi pemain. Titik 7, temperatur efektif terendah berada pada pagi hari sebesar $26,2^{\circ}\text{C}$ sudah berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada siang dan sore hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada sore hari sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Jadi hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun posisi 5 ini hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Sedangkan daerah arena hanya pada pagi hari arena barat dan tengah yang nyaman bagi pemain.

Posisi 6

Pada pagi hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $28,2^{\circ}\text{C}$, paling tinggi di titik 11a pada arena barat sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 12a dan titik 13a lebih rendah, masing-masing sama sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$, dan terendah di titik 7 sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$. Pada siang hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $29,8^{\circ}\text{C}$ sedangkan di titik 11a dan 12a lebih rendah masing-masing sama sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, dan di titik 13a tertinggi pada arena sebesar $29,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan yang terendah pada tribun timur di titik 7 sebesar $28,7^{\circ}\text{C}$. Pada sore hari, temperatur efektif di titik 1 sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$, dan di titik 11a paling rendah sebesar 27°C , sedangkan di titik 12a paling tinggi sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$, dan lebih rendah di titik 13a sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan di titik 7 sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dibandingkan tribun barat di titik 1.

Titik 1, temperatur efektif tertinggi pada siang hari sebesar $29,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan temperatur efektif terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada sore hari, jadi pada titik 1 ini, baik pagi, siang maupun sore hari temperatur efektifnya relatif tinggi (berada pada temperatur panas) sehingga tidak nyaman bagi penonton. Titik 11a, temperatur efektif terendah masih pada sore hari sebesar 27°C berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada pada pagi dan siang hari temperatur efektif relatif tinggi dengan temperatur efektif terendah pada pagi

hari sebesar $28,5^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah panas. Jadi hanya pada pagi hari pemain merasa nyaman. Titik 12a, temperatur efektif pada pagi, siang dan sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah panas sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi pemain. Titik 13a, hampir sama dengan titik 12a, temperatur efektif pada pagi, siang dan sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah pada pagi hari sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah panas sehingga baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi pemain. Titik 7, temperatur efektif pada pagi hari sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$ berada pada daerah hangat nyaman, sedangkan pada siang dan sore hari relatif tinggi, dengan temperatur efektif terendah sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$ pada sore hari sudah berada di daerah panas, sehingga hanya pada pagi hari nyaman bagi penonton.

Dari segi temperatur efektif, daerah tribun pada posisi 6 hanya nyaman bagi penonton pada tribun timur pada pagi hari. Sedangkan daerah arena hanya nyaman bagi pemain pada pagi hari pada arena barat.

Temperatur efektif pada posisi eksisting atau posisi 1, di daerah tribun tidak nyaman bagi penonton baik pada pagi, siang maupun sore hari, hal ini memperlihatkan pembuktian terhadap permasalahan yang terjadi pada GOR bahwa terjadi ketidaknyamanan termal pada tribun. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, hasilnya pada posisi 2, posisi 3 posisi 4 dan posisi 5, daerah tribun menjadi nyaman bagi penonton pada pagi hari, sehingga pada pagi hari aktivitas menonton dapat dilakukan. Sedangkan pada posisi yang lain yaitu posisi 6 hanya pada tribun timur pada pagi hari yang nyaman bagi penonton sedangkan tribun barat tidak memperlihatkan perubahan kenyamanan dibandingkan posisi eksisting, artinya baik pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton.

Adapun di daerah arena posisi 1 tidak nyaman bagi pemain, baik pada pagi, siang maupun sore hari. Sedangkan posisi yang lain hanya pada pagi hari dan hanya pada posisi 3 semua daerah arena nyaman bagi pemain.

V.2. Analisis Pergerakan Udara Dalam Arena dengan menggunakan acuan Skala Beaufort.

Pada Analisis ini titik pengukuran yang berada pada arena adalah titik 11a, 11b, 12a, 12b, 13a dan 13b. Huruf a pada titik pengukuran menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan setinggi lk. 1,5 m, sedangkan huruf b diukur setinggi lk. 5 m atau 0,5 m dibawah ketinggian bebas. Tabel Skala Beaufort dapat dilihat pada bab kajian pustaka halaman 19.

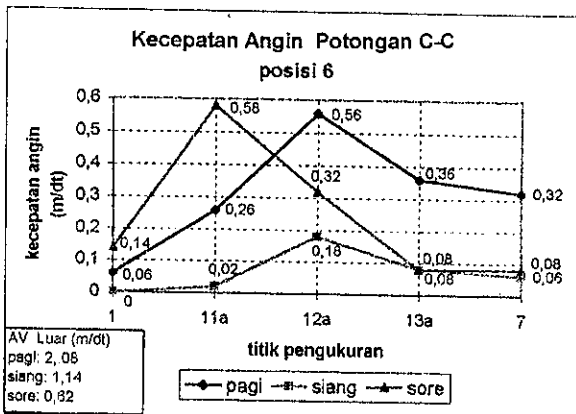
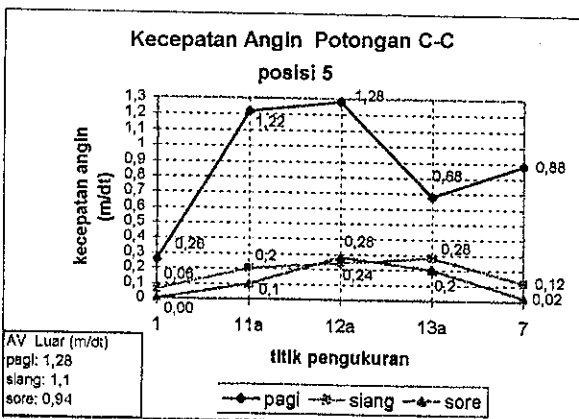
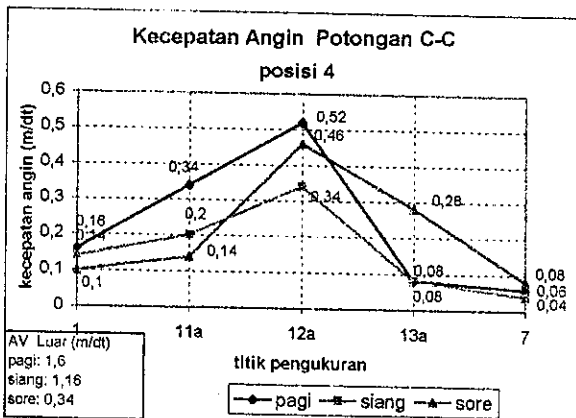
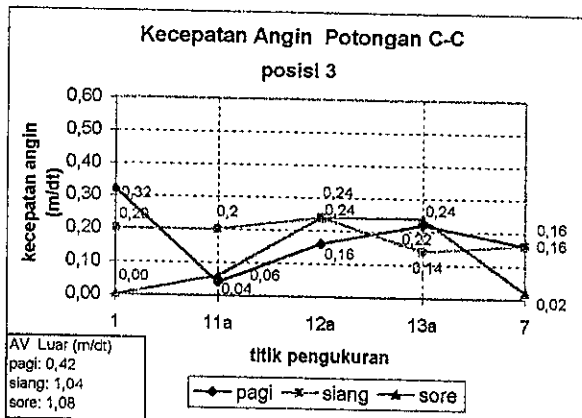
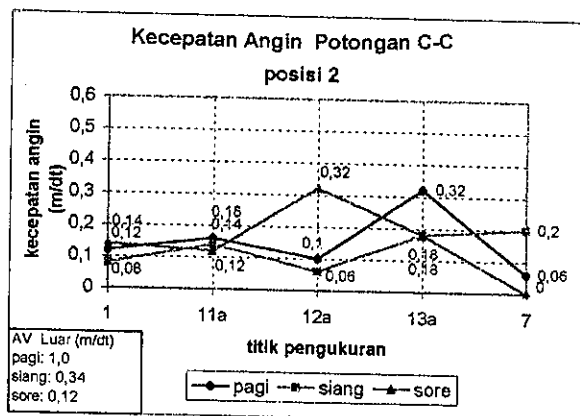
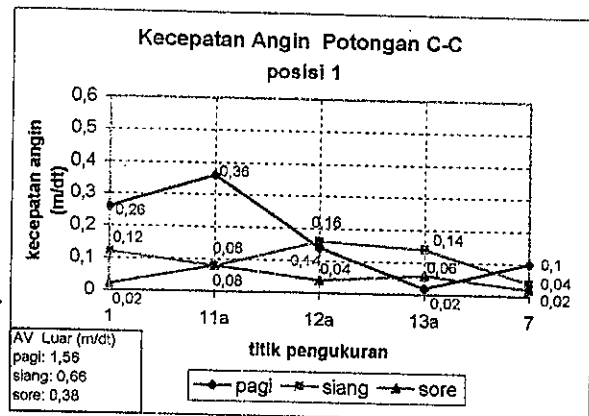
V.2.1. Analisis Kecepatan Angin Potongan C-C

(lihat grafik 4 hal berikut dan gambar 27 hal 68)

Posisi 1

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 (pada tribun barat) sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 11a (arena sebelah barat) lebih tinggi sebesar 0,36 m/dt, di titik 12a (di tengah arena) lebih rendah dari tribun sebesar 0,14 m/dt, dan di titik 13a pada arena sebelah timur sebesar 0,02 m/dt, kemudian pada tribun timur yaitu titik 7 lebih tinggi sedikit sebesar 0,1 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,12 m/dt, sedangkan di titik 11a lebih rendah sebesar 0,08 m/dt, dan di titik 12a di tengah arena lebih tinggi dari tribun barat sebesar 0,16 m/dt, kemudian pada titik 13a kecepatan angin sebesar 0,14 dan kecepatan angin titik 7 pada tribun timur lebih rendah dari arena sebesar 0,04 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 dan 7 yaitu pada tribun sebelah barat dan sebelah timur masing-masing sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 12a pada tengah arena lebih tinggi sebesar 0,04 dan di titik 11a dan 13a masing-masing sebesar 0,08 m/dt dan 0,06 m/dt semuanya lebih tinggi dibanding titik di tengah arena maupun tribun barat dan timur.

Pada posisi eksisting dengan semua jendela dibuka sebesar 45 derajat (posisi 1), titik 1 pada tribun sebelah barat tertinggi pada pagi hari sebesar 0,26 m/dt dan terendah sebesar 0,02 m/dt pada sore hari. Sehingga pada sore hari kurang nyaman bagi penonton karena kecepatan anginnya rendah.



Grafik 4. Kecepatan Angin Potongan C-C

Titik 11a pada arena sebelah barat pada sore hari kecepatan anginnya rendah sehingga tidak mengganggu permainan, tetapi pada pagi hari kecepatan anginnya sangat tinggi sebesar 0,36 m/dt (lihat tabel skala Beaufort) sehingga mengganggu permainan, sedangkan di titik 12a di tengah arena dan titik 13a, baik pagi, siang maupun sore hari kecepatan anginnya relatif rendah sehingga tidak mengganggu permainan. Pada titik 7 yaitu arena sebelah timur, pada pagi, siang dan sore hari kecepatan anginnya rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada arena hanya cocok untuk permainan pada siang dan sore hari. Sedangkan pada tribun, hanya pada pagi hari, tribun sebelah barat cukup nyaman bagi penonton.

Posisi 2

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,12 m/dt, di titik 11a lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt dan di tengah arena pada titik 12a sebesar 0,1 m/dt lebih rendah dibanding pada tribun barat, tetapi kecepatan angin pada titik 13a sangat tinggi sebesar 0,32 m/dt, kemudian yang paling rendah adalah pada tribun timur di titik 7 hanya sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,08 m/dt lebih rendah dibandingkan titik 11a sebesar 0,14 m/dt, kemudian di titik 12a kecepatan anginnya lebih rendah lagi sebesar 0,06 m/dt, tetapi pada titik 13a kecepatan anginnya cukup tinggi sebesar 0,18 m/dt dan di titik 7 kecepatan anginnya lebih tinggi lagi sebesar 0,2 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin pada titik 1 sebesar 0,14 m/dt, dan pada titik 11a sebesar 0,12 m/dt, sedangkan pada tengah arena di titik 12a kecepatan anginnya sangat tinggi sebesar 0,32 m/dt, kemudian di titik 13a lebih rendah sebesar 0,18 m/dt dan yang paling rendah pada titik 7 sebesar 0 m/dt.

Pada posisi 2 dimana jendela dibuka semua dengan sudut 90 derajat, kecepatan angin pada titik 1 relatif rendah, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Pada titik 11a yaitu arena sebelah barat, kecepatan anginnya relatif rendah sehingga tidak mengganggu permainan, tetapi pada tengah arena di titik

12a pada sore hari kecepatannya sangat tinggi sehingga mengganggu permainan, dan pada titik 13a pada pagi hari kecepatan anginnya juga sangat tinggi sehingga mengganggu permainan, sedangkan pada siang dan sore hari kecepatan anginnya agak tinggi tetapi tidak mengganggu permainan. Pada titik 7 pada pagi dan sore hari kecepatan anginnya sangat rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada arena hanya cocok untuk permainan pada siang hari. Sedangkan pada tribun, hanya pada siang hari tribun sebelah timur nyaman bagi penonton.

Posisi 3

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,32 m/dt, sedangkan pada titik 11a lebih rendah sebesar 0,04 m/dt, kemudian di titik 12a lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt, di titik 13a sebesar 0,22 m/dt, dan pada tribun timur di titik 7 kecepatan angin sebesar 0,16 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin pada tribun barat di titik 1 sebesar 0,20 m/dt, di titik 11a kecepatan angin sama sebesar 0,20 m/dt, kemudian di titik 12a kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,24 m/dt, kecepatan angin di titik 13a lebih rendah sebesar 0,14 m/dt, kemudian di titik 7 kecepatan anginnya sebesar 0,16 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0 m/dt, sedangkan di titik 11a lebih tinggi sedikit sebesar 0,06 m/dt, kecepatan angin di titik 12a adalah sebesar 0,24 m/dt sama dengan kecepatan angin pada titik 13a, sedangkan pada tribun timur di titik 7 kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,02 m/dt.

Pada posisi 3 dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi yang berseberangan utara-selatan selebar masing-masing 1/3 L atau 28 jendela, dan jendela lainnya dibuka sebesar 15 derajat. Titik 1 pada tribun sebelah barat kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,32 m/dt dan terendah pada sore hari sebesar 0 m/dt, sehingga pada sore hari tribun sebelah barat kurang nyaman bagi penonton. Pada titik 11a kecepatan angin pada pagi dan sore hari rendah, sedangkan pada siang hari kecepatan angin cukup tinggi sebesar 0,2 m/dt

tetapi masih berada di bawah derajat kecepatan 1 pada skala Beaufort (<30 m/dt), sehingga masih tidak mengganggu permainan. Demikian pula pada titik 12a dan 13a, meskipun kecepatan anginnya pada pagi, siang dan sore hari cukup tinggi tetapi masih tidak mengganggu permainan. Titik 7 pada tribun sebelah timur, kecepatan angin pada sore hari rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, baik pada pagi, siang maupun sore hari permainan pada arena tidak mengalami gangguan. Sedangkan pada tribun, baik pada tribun barat maupun timur hanya pada sore hari yang kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 4

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,16 m/dt, dan di titik 11a lebih tinggi sebesar 0,34 m/dt, sedangkan pada tengah arena di titik 12a kecepatan angin paling tinggi sebesar 0,52 m/dt, tetapi kecepatan angin di titik 13a hanya sebesar 0,08 m/dt dan di titik 7 sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt dan di titik 11a sebesar 0,2 m/dt, sedangkan di titik 12a kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,34 m/dt, tetapi di titik 13a kecepatan angin hanya sebesar 0,08 m/dt dan di tribun timur kecepatan angin juga rendah sebesar 0,04 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,1 m/dt, di titik 11a lebih tinggi sebesar 0,14 m/dt dan paling tinggi di tengah arena di titik 12a sebesar 0,46 m/dt, dan di titik 13a kecepatan angin sebesar 0,28 m/dt, sedangkan paling rendah di titik 7 pada tribun timur sebesar 0,08 m/dt.

Pada posisi 4 dengan jendela yang dibuka selebar 90 derajat berseberangan pada sisi utara-selatan dengan lebar inlet atau sisi selatan selebar $1/3$ L (28 jendela) dan sisi utara (outlet) selebar $2/3$ L (56 jendela) dan sisi yang lain dibuka selebar 15 derajat : Kecepatan angin di titik 1 pada pagi, siang dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton, titik 11a kecepatan angin pada pagi hari sangat tinggi sebesar 0,34 m/dt (diatas derajat 0 skala Beaufort) sehingga

mengganggu permainan, Pada tengah arena di titik 12a kecepatan angin sangat tinggi diatas 30 m/dt baik pada pagi (0,52 m/dt), siang (0,34) maupun sore hari (0,46 m/dt), sehingga mengganggu permainan, di titik 13a pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah sehingga tidak mengganggu permainan, tetapi pada sore hari kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,28 m/dt, tetapi masih berada dibawah derajat kecepatan 1 skala beaufort sehingga belum mengganggu permainan, Kecepatan angin di titik 7 pada tribun sebelah timur baik pagi, siang maupun sore relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt pada sore hari sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, Kecepatan angin di arena relatif tinggi sehingga mengganggu permainan. Sedangkan di tribun barat maupun timur kecepatan angin relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 5

Pada pagi hari kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 11a lebih tinggi sebesar 1,22 m/dt dan di titik 12a pada tengah arena kecepatan angin tertinggi sebesar 1,28 m/dt, sedangkan di titik 13a kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,68 m/dt dan di titik 7 lebih tinggi sebesar 0,88 m/dt. Pada sing hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,06 m/d, di titik 11a sebesar 0,2 m/dt dan pada tengah arena di titik 12a sebesar 0,24 m/dt lebih tinggi dari tribun, sedangkan di titik 13a lebih tinggi sebesar 0,28 m/dt dan di titik 7 lebih rendah sebesar 0,12 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,00 m/dt, sedangkan di titik 11a lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt dan di tengah arena di titik 13a kecepatan angin lebih tinggi dari tribun sebesar 0,28 m/dt, di titik 13a lebih rendah sebesar 0,2 m/dt, sedangkan pada tribun sebelah timur kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,02 m/dt.

Pada posisi 5 dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi timur dan utara masing-masing selebar $\frac{1}{3}$ L atau sebanyak 28 jendela dan sisi lainnya dibuka dengan sudut 15 derajat. Titik 1 kecepatan angin pada balkon

sebelah barat tertinggi pada pagi hari sebesar 0,26 m/dt sedangkan pada siang hari dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,06 m/dt, sehingga pada siang dan sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 11a pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,2 m/dt sehingga tidak mengganggu permainan, sedangkan pada pagi hari kecepatan angin sangat tinggi sebesar 1,22 m/dt, sehingga mengganggu permainan. Titik 12a hampir sama dengan titik 11a, pada pagi hari kecepatan angin sangat tinggi sebesar 1,28 m/dt sehingga sangat mengganggu permainan, sedangkan pada siang dan sore hari kecepatan angin agak tinggi hampir mengganggu permainan yaitu sebesar 0,24 m/dt dan 0,28 m/dt (menurut skala Beaufort, nilai tersebut masih dibawah derajat kecepatan 1 yaitu dibawah 0,3 m/dt). Titik 13a kecepatan angin pada pagi hari relatif tinggi yaitu sebesar 0,68 m/dt sehingga mengganggu permainan, sedangkan pada siang dan sore hari masih belum mengganggu permainan. Titik 7 pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,12 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi hari kecepatan angin relatif tinggi sebesar 0,88 m/dt, sehingga nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, arena hanya cocok untuk permainan pada sore dan siang hari. Sedangkan pada tribun timur dan barat hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 6

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,06 m/dt, sedangkan di titik 11a lebih tinggi sebesar 0,26 m/dt dan di titik 12a kecepatan angin lebih tinggi lagi sebesar 0,56 m/dt, sedangkan di titik 13a kecepatan angin sebesar 0,36 m/dt dan pada tribun sebelah timur di titik 7 kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,32 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,00 m/dt dan di titik 11a sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 12a pada tengah arena lebih tinggi dibanding tribun sebesar 0,18 m/dt, di titik 13a lebih rendah sebesar 0,08 m/dt dan di titik 7

lebih rendah lagi sebesar 0,06 m/dt. Pada sore hari kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt sedangkan di titik 11a lebih tinggi mencapai kecepatan 0,58 m/dt, tetapi di titik 12a lebih rendah sebesar 0,32 m/dt, di titik 13a kecepatan angin lebih rendah lagi sebesar 0,08 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 7 pada tribun sebelah timur.

Pada posisi 6, jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi timur dan utara sama dengan posisi 5, bedanya pada sisi utara lebar jendela yang dibuka selebar $\frac{2}{3}$ L atau ada 56 jendela, sedangkan sisi yang lain jendela dibuka dengan sudut 15 derajat. Titik 1 yaitu pada tribun sebelah barat, baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,14 m/dt pada sore hari, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 11a pada arena sebelah barat, pada sore hari kecepatan angin sangat tinggi mencapai 0,56 m/dt sehingga mengganggu permainan, sedangkan pada siang hari rendah sehingga tidak mengganggu permainan, adapun pada pagi hari kecepatan angin agak tinggi sebesar 0,28 m/dt sehingga hampir mengganggu permainan, tetapi menurut Skala Beaufort masih berada pada derajat kecepatan yang tidak mengganggu permainan. Titik 12a di tengah arena, pada siang hari kecepatan angin rendah sehingga tidak mengganggu permainan, sedangkan pada pagi dan sore hari tinggi dengan kecepatan terendah sebesar 0,32 m/dt, sehingga mengganggu permainan. Titik 13a kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,36 m/dt, sehingga mengganggu permainan, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah yaitu masing-masing kecepatan anginnya sama sebesar 0,08 m/dt, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 7 pada tribun sebelah timur, kecepatan angin tertinggi sebesar 0,32 pada pagi hari, sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, arena hanya cocok untuk permainan pada siang hari. Sedangkan pada tribun, hanya pada pagi hari pada tribun sebelah timur yang nyaman bagi penonton.

Pada arena, kecepatan angin pada posisi eksisting atau posisi 1 potongan C-C hanya cocok untuk permainan pada siang hari dan sore hari. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, hanya posisi 3 yang cocok untuk permainan baik pada pagi siang maupun sore hari. Pada tribun, dibandingkan dengan posisi eksisting atau posisi 1 maka hanya posisi 3 yang lebih baik. Posisi 3 baik pada tribun barat maupun timur hanya kurang nyaman bagi penonton pada sore hari. Jadi baik pada arena maupun tribun, pada potongan C-C ini, hanya posisi 3 saja yang lebih baik dibandingkan posisi eksisting.

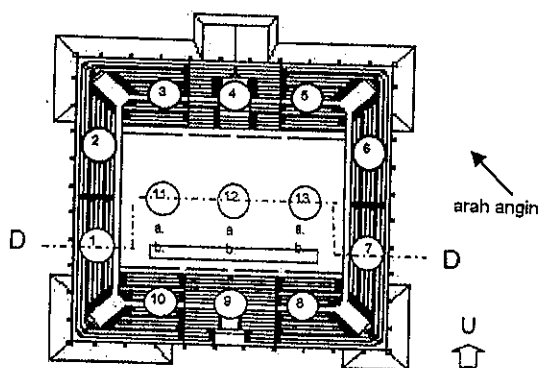
V.2.2. Analisis Kecepatan Angin Potongan D-D

(lihat grafik 5 dan gambar 28)

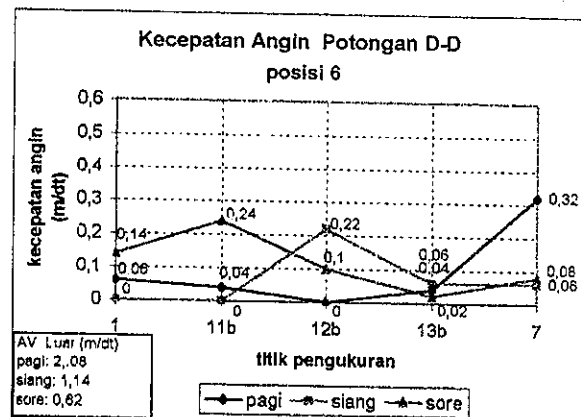
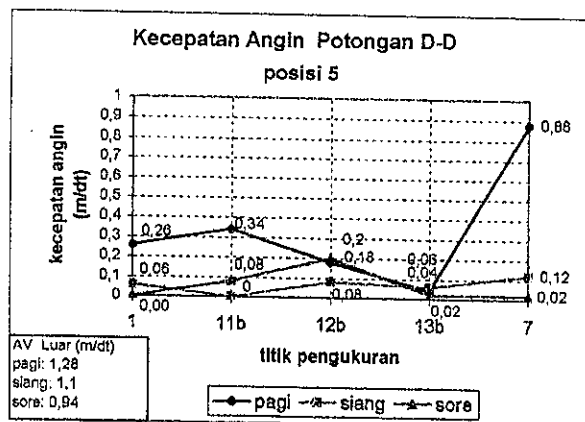
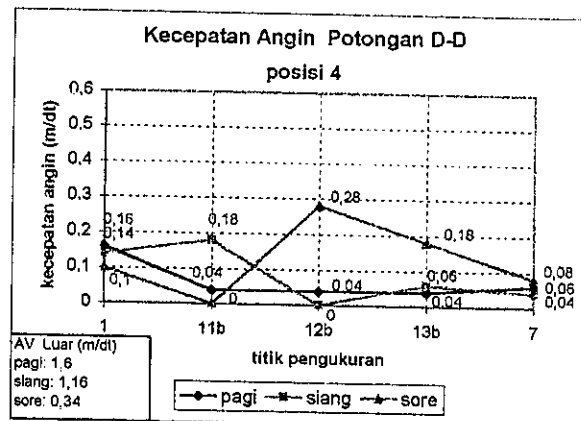
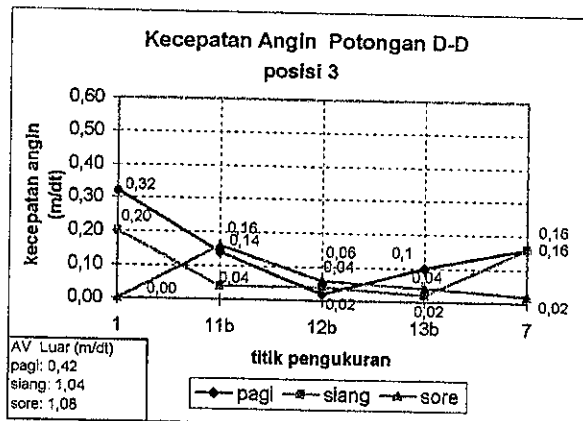
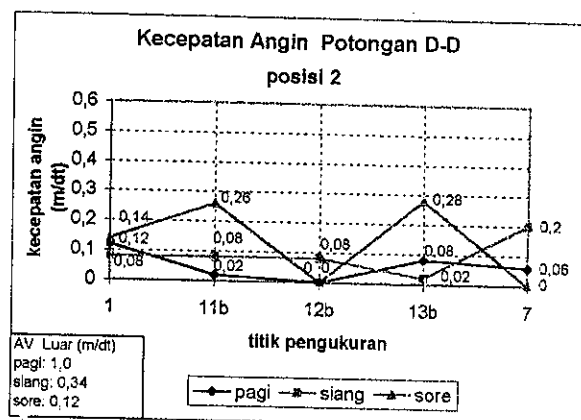
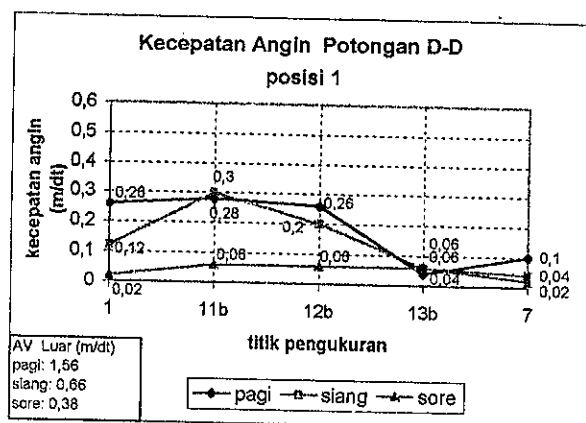
Posisi 1

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 pada tribun sebelah barat sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,28 m/dt, dan di titik 12b di tengah arena kecepatan angin sama dengan tribun sebelah barat sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 13b (arena sebelah timur) lebih rendah sebesar 0,04 m/dt, dan di titik 7 pada tribun sebelah timur kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,12 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,3 m/dt dan pada tengah arena di titik 12b lebih rendah sebesar 0,2 m/dt, sedangkan di titik 13b lebih rendah sebesar 0,06 m/dt dan di titik 7 sebesar 0,04 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,02 m/dt dan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,06 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 12b di tengah arena, juga sama dengan kecepatan angin di titik 13b, sedangkan kecepatan angin di titik 7 lebih rendah sebesar 0,02 m/dt.

Pada posisi eksisting dengan semua jendela dibuka sebesar 45 derajat (posisi 1), titik 1 pada tribun sebelah barat tertinggi pada pagi hari sebesar 0,26 m/dt dan terendah pada sore hari sebesar 0,02 m/dt. Sehingga pada sore hari kurang nyaman bagi penonton karena kecepatan anginnya rendah.



Gambar 28. Potongan D-D



Grafik 5. Kecepatan Angin Potongan D-D

Titik 11b pada sore hari kecepatan angin rendah sebesar 0,06 m/dt, sehingga tidak mengganggu permainan, sedangkan pada pagi dan siang hari kecepatan angin tinggi sehingga mengganggu permainan (menurut skala beaufort, pada siang hari dengan kecepatan 0,3 m/dt masuk dalam derajat kecepatan 1 sehingga mengganggu permainan, sedangkan pada pagi hari sebesar 0,28 m/dt mendekati kecepatan yang mengganggu permainan/hampir mengganggu permainan). Titik 12b kecepatan angin pada pagi hari tinggi sebesar 0,26 m/dt hampir mengganggu permainan, dan pada siang hari sebesar 0,2 m/dt belum mengganggu permainan, sedangkan kecepatan angin terendah pada sore hari sebesar 0,02 m/dt tidak mengganggu permainan. Titik 13b pada arena sisi timur, baik pada pagi, siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,06 m/dt, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 7 pada tribun sebelah timur, baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,1 m/dt sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, arena hanya cocok untuk permainan pada sore hari. Sedangkan pada tribun, hanya pada pagi hari tribun sebelah barat nyaman bagi penonton.

Posisi 2

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 pada tribun sebelah barat sebesar 0,12 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih rendah sebesar 0,02 m/dt dan di titik 12b di tengah arena sebesar 0,00 m/dt lebih rendah dibanding tribun sebelah barat, di titik 13b lebih tinggi sebesar 0,08 m/dt, sedangkan di titik 7 pada tribun sebelah timur lebih rendah sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,08 m/dt, di titik 11b dan titik 12b masing-masing sama sebesar 0,08 m/dt sama dengan kecepatan angin di tribun sebelah barat, sedangkan di titik 1b lebih rendah sebesar 0,02 m/dt, dan di titik 7 pada tribun sebelah timur paling tinggi dibanding titik yang lainnya sebesar 0,2 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,26 m/dt dan di

titik 12b di tengah arena kecepatan angin endah sebesar 0,00 m/dt, tetapi di titik 13b kecepatan angin paling tinggi dibanding titik lainnya sebesar 0,28 m/dt, dan di titik 7 pada tribun sebelah timur kecepatan angin sama dengan ditengah arena sebesar 0,00 m/dt.

Pada posisi 2 dimana jendela dibuka semua dengan sudut 90 derajat, kecepatan angin pada titik 1 relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,14 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 11b kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,26 m/dt, tetapi tidak mengganggu permainan (menurut skala Beaufort, kecepatan angin ini hampir mendekati kecepatan yang mengganggu permainan yaitu pada derajat kecepatan 1 (antara 0,30 – 1,5 m/dt)), sedangkan pada pagi dan siang hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt pad siang hari, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 12b di tengah arena, baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt pada siang hari, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 13b, hampir sama dengan titik 11b, kecepatan angin tertinggi sebesar 0,28 m/dt pada sore hari, tetapi tidak mengganggu permainan menurut skala Beaufort, sedangkan pada pagi dan siang hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertingi sebesar 0,08 m/dt pada pagi hari, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 7 pada tribun sebelah timur pada pagi dan sore hari, kecepatan anginnya sangat rendah 0,06 m/dt dan 0,00 m/dt), sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, arena hanya cocok untuk permainan pada pagi dan siang hari. Sedangkan pada tribun, hanya pada siang hari tribun sebelah timur nyaman bagi penonton.

Posisi 3

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,32 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih rendah sebesar 0,14 m/dt, dan kecepatan angin paling rendah di titik 12b di tengah arena sebesar 0,02 m/dt, sedangkan kecepatan angin di titik 13b

lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt dan di titik 7 pada tribun sebelah timur lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,20 m/dt, sedangkan di titik 11b dan 12b lebih rendah masing-masing sama sebesar 0,04 m/dt dan di titik 13b lebih rendah sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 7 pada tribun sebelah timur kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 pada tribun sebelah barat sebesar 0,00 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt dan di titik 12b di tengah arena lebih rendah sebesar 0,06 m/dt, dan lebih rendah lagi di titik 13b sebesar 0,04 m/dt dan pada tribun sebelah timur di titik 7 kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,02 m/dt.

Pada posisi 3 dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi yang berseberangan utara-selatan selebar masing-masing $\frac{1}{3}$ L atau 28 jendela, dan jendela lainnya dibuka sebesar 15 derajat. Titik 1 pada tribun sebelah barat kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,32 m/dt dan terendah pada sore hari sebesar 0 m/dt, sehingga pada sore hari tribun sebelah barat kurang nyaman bagi penonton. Titik 11b kecepatan angin relatif rendah, tertinggi sebesar 0,16 m/dt pada sore hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Titik 12b kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,06 m/dt, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Titik 13b kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,1 m/dt pada pagi hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Pada tribun sebelah timur di titik 7 kecepatan angin pada sore hari relatif rendah yaitu sebesar 0,02 m/dt sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, baik pagi, siang maupun sore hari, arena cocok untuk permainan. Sedangkan pada tribun, baik pada tribun barat maupun timur hanya pada sore hari yang kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 4

Pada pagi hari, kecepatan angin pada tribun sebelah barat di titik 1 sebesar 0,16 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih rendah sebesar 0,04 m/dt sama dengan kecepatan angin pada tengah arena di titik 12b dan kecepatan angin di titik 13b, sedangkan pada tribun sebelah timur di titik 7 kecepatan angin lebih tinggi sedikit sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,18 m/dt dan di tengah arena di titik 12b kecepatan angin sebesar 0,00 m/dt, sedangkan di titik 13b kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,06 m/dt dan lebih rendah pada tribun sebelah timur di titik 7 sebesar 0,04 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 11b kecepatan angin 0,00 m/dt, kecepatan angin tertinggi di tengah arena di titik 12b sebesar 0,28 m/dt dan di titik 13b kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,18 m/dt dan di titik 7 kecepatan angin lebih rendah lagi sebesar 0,08 m/dt.

Pada posisi 4 dengan jendela yang dibuka selebar 90 derajat berseberangan pada sisi utara-selatan dengan lebar inlet atau sisi selatan selebar $\frac{1}{3}$ L (28 jendela) dan sisi utara (outlet) selebar $\frac{2}{3}$ L (56 jendela) dan sisi yang lain dibuka selebar 15 derajat : Kecepatan angin di titik 1 pada pagi, siang dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt pada pagi hari, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 11b kecepatan angin relatif rendah pada pagi dan sore hari yaitu sebesar 0,04 m/dt dan 0,00 m/dt, sedangkan pada siang hari dengan kecepatan tertinggi 0,18 m/dt masih dibawah derajat kecepatan 1 skala Beaufort, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Titik 12b atau pada tengah arena kecepatan angin pada sore hari cukup tinggi sebesar 0,28 m/dt mendekati derajat kecepatan 1 skala Beaufort (skala yang mengganggu permainan) sehingga belum mengganggu permainan, sedangkan pada pagi dan siang hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,04 m/dt pada siang hari sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 13b kecepatan angin relatif rendah

pada pagi dan siang hari yaitu sebesar 0,04 m/dt dan 0,06 m/dt, sedangkan pada sore hari dengan kecepatan tertinggi 0,18 m/dt masih dibawah derajat kecepatan 1 skala Beaufort, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Kecepatan angin di titik 7 pada tribun sebelah timur baik pagi, siang maupun sore relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt pada sore hari sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, Kecepatan angin di arena relatif tidak mengganggu permainan. Sedangkan di tribun barat maupun timur kecepatan angin relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 5

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,34 m/dt dan di tengah arena di titik 12b kecepatan angin lebih rendah dibanding tribun sebelah barat sebesar 0,18 m/dt, sedangkan di titik 13 b kecepatan angin paling rendah dibanding titik lainnya sebesar 0,04 m/dt dan di titik 7 kecepatan angin paling tinggi sebesar 0,88 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,06 m/dt sedangkan di titik 11b kecepatan angin 0,00 m/dt, dan di titik 12b kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,08 m/dt dan di titik 13b kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,06 m/dt, sedangkan kecepatan angin tertinggi di titik 7 sebesar 0,12 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 paling rendah sebesar 0,00 m/dt, sedang di titik 11b lebih tinggi sebesar 0,08 m/dt dan kecepatan angin tertinggi di titik 12b sebesar 0,2 m/dt, sedangkan di titik 13b kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,02 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 7 pada tribun sebelah timur.

Pada posisi 5 dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi timur dan utara masing-masing selebar $\frac{1}{3}$ L atau sebanyak 28 jendela dan sisi lainnya dibuka dengan sudut 15 derajat: Titik 1 kecepatan angin pada balkon sebelah barat tertinggi pada pagi hari sebesar 0,26 m/dt sedangkan pada siang hari dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,06 m/dt

pada siang hari, sehingga pada siang dan sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 11a, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,34 m/dt, sehingga mengganggu permainan, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,08 m/dt pada sore hari, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 12b di tengah arena, kecepatan angin relatif rendah baik pada pagi, siang dan sore hari dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,2 m/dt pada sore hari, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 13b pada pagi, siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,06 pada siang hari, sehingga tidak mengganggu permainan. Titik 7 pada tribun sebelah timur, pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,12 m/dt sehingga kurang nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi hari kecepatan angin cukup tinggi sebesar 0,88 m/dt sehingga nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, arena hanya cocok untuk permainan pada sore dan siang hari. Sedangkan pada tribun timur dan barat hanya nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 6

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,06 m/dt, sedangkan di titik 11b kecepatan angin lebih rendah sebesar 0,04 m/dt dan di tengah arena di titik 12b kecepatan angin paling rendah sebesar 0,00 m/dt, sedangkan di titik 13b kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,04 m/dt dan paling tinggi kecepatan angin di titik 7 sebesar 0,32 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,0 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 11b, sedangkan kecepatan angin di titik 12b paling tinggi sebesar 0,22 m/dt, dan di titik 13b lebih rendah sebesar 0,06 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 7 pada tribun sebelah timur. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt, sedangkan kecepatan angin paling tinggi di titik 11b sebesar 0,24 m/dt dan di titik 12b lebih rendah sebesar 0,1 m/dt

dan paling rendah kecepatan angin di titik 13b sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 7 kecepatan angin lebih tinggi sebesar 0,08 m/dt.

Pada posisi 6, jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi timur dan utara sama dengan posisi 5, bedanya pada sisi utara lebar jendela yang dibuka selebar $\frac{2}{3}$ L atau ada 56 jendela, sedangkan sisi yang lain jendela dibuka dengan sudut 15 derajat. Titik 1 yaitu pada tribun sebelah barat, baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,14 m/dt pada sore hari, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 11b kecepatan angin relatif rendah pada pagi dan siang hari yaitu sebesar 0,04 m/dt dan 0,00 m/dt, sedangkan pada sore hari dengan kecepatan tertinggi 0,24 m/dt masih dibawah derajat kecepatan 1 skala Beaufort, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Titik 12b kecepatan angin tertinggi pada siang hari sebesar 0,22 m/dt masih dibawah derajat kecepatan 1 skala Beaufort, sedangkan kecepatan angin terendah pada pagi hari sebesar 0,00 m/dt, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Titik 13b kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,06 m/dt pada siang hari sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kecepatan angin tidak mengganggu permainan. Titik 7 pada tribun sebelah timur, kecepatan angin tertinggi sebesar 0,32 pada pagi hari, sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, kecepatan angin di arena relatif tidak mengganggu permainan. Sedangkan pada tribun, hanya pada pagi hari pada tribun sebelah timur yang nyaman bagi penonton.

Pada arena, kecepatan angin pada posisi eksisting atau posisi 1 potongan D-D hanya cocok untuk permainan pada sore hari. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, maka posisi 3, posisi 5 dan posisi 6 yang cocok untuk permainan bulu tangkis baik pada pagi, siang maupun sore hari. Pada tribun, dibandingkan dengan posisi eksisting, maka hanya posisi 3 yang lebih baik. Posisi 3, baik pada tribun barat maupun timur hanya kurang nyaman bagi

penonton pada sore hari. Urutan selanjutnya adalah posisi 5, baik pada tribun barat maupun timur yang nyaman bagi penonton pada pagi hari. Jadi baik pada arena maupun tribun, pada potongan D-D ini, urutan yang lebih baik dibandingkan posisi eksisting adalah posisi 3, selanjutnya posisi 5.

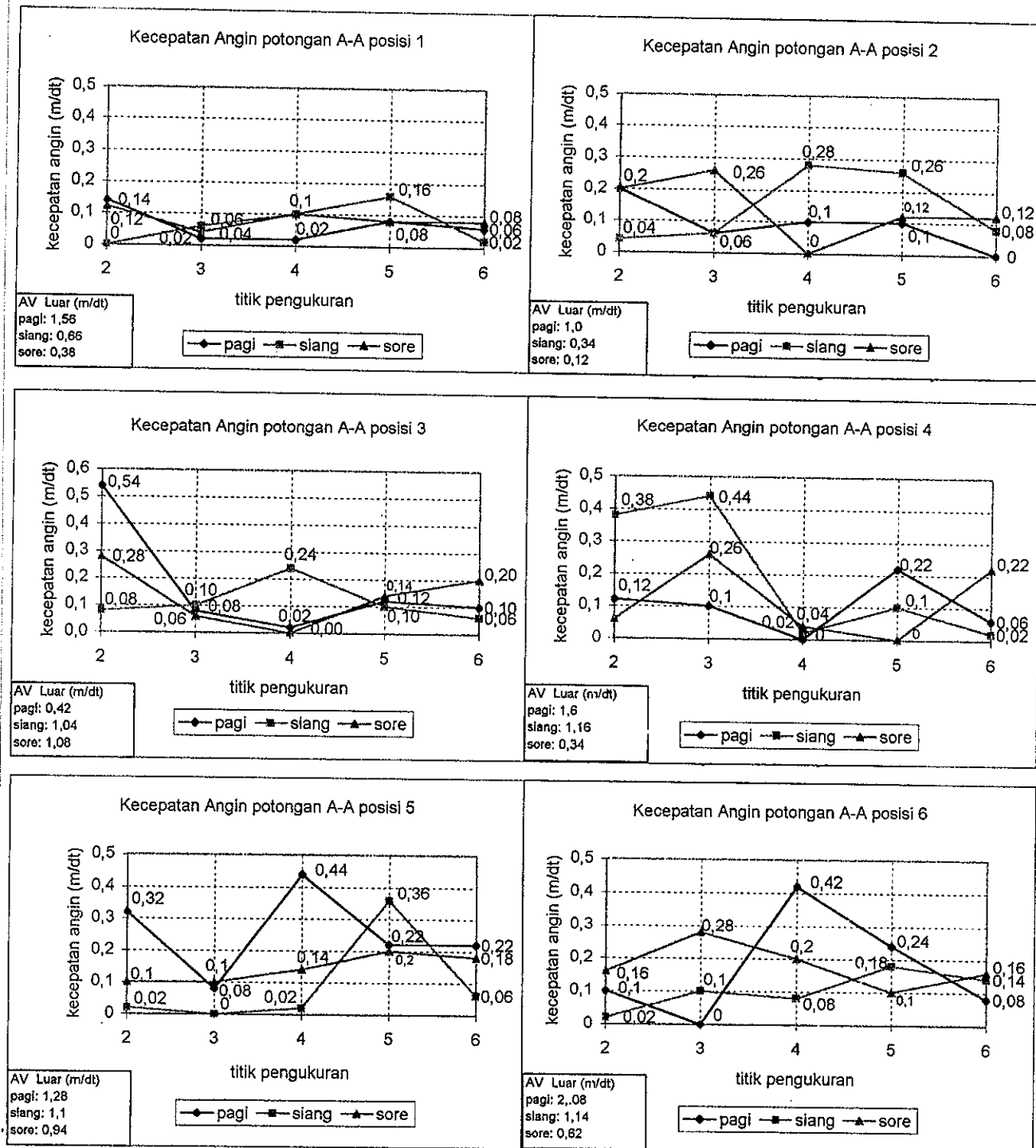
V.2.3. Analisis Kecepatan Angin Potongan A-A

(lihat grafik 6 hal berikut dan gambar 25 hal 51)

Posisi 1

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 2 paling tinggi sebesar 0,14 m/dt, sedangkan di titik 3 lebih rendah sebesar 0,02 m/dt sama dengan di titik 4, dan di titik 5 lebih tinggi sebesar 0,08 m/dt, sedangkan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 2 paling rendah sebesar 0 m/dt, sedangkan di titik 3 sebesar 0,06 m/dt dan di titik 4 lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt, dan paling tinggi di titik 5 sebesar 0,16 m/dt, dan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,02 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,12 m/dt, dan di titik 3 lebih rendah sebesar 0,04 m/dt, sedangkan di titik 4 lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt, di titik 5 lebih rendah sebesar 0,08 m/dt sama dengan di titik 6.

Titik 2, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0 m/dt dan tertinggi sebesar 0,14 m/dt pada pagi hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari tidak nyaman bagi penonton. Titik 3, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,06 m/dt pada siang hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 4, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,1 m/dt pada siang dan sore hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 5, kecepatan angin juga relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt pada siang hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 6, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,08 m/dt pada sore hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton.



Grafik 6. Kecepatan Angin Potongan A-A

Dari segi kecepatan angin, pada tribun kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 2.

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 2 paling tinggi sebesar 0,2 m/dt, sedangkan di titik 3 lebih rendah sebesar 0,06 m/dt, dan di titik 4 lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 5, sedangkan paling rendah di titik 6 sebesar 0 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 2 paling rendah sebesar 0,04 m/dt, dan di titik 3 lebih tinggi sebesar 0,06 m/dt, sedangkan di titik 4 paling tinggi sebesar 0,28 m/dt, dan lebih rendah di titik 5 sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 6 lebih rendah lagi sebesar 0,08 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,2 m/dt, sedangkan di titik 3 paling tinggi sebesar 0,26 m/dt, dan paling rendah di titik 4 sebesar 0 m/dt, sedangkan di titik 5 lebih tinggi sebesar 0,12 m/dt sama dengan di titik 6.

Titik 2, kecepatan angin tertinggi pada pagi dan sore hari sama sebesar 0,2 m/dt, sedangkan kecepatan angin terendah sebesar 0,04 m/dt pada siang hari, sehingga pada siang hari kurang nyaman bagi penonton. Di titik 3, kecepatan angin terendah sebesar 0,06 m/dt sama pada pagi dan siang hari, sedangkan tertinggi pada sore hari sebesar 0,26 m/dt, sehingga hanya pada sore hari penonton merasa nyaman. Titik 4, kecepatan angin terendah pada sore hari sebesar 0 m/dt, sedangkan tertinggi pada siang hari sebesar 0,28 m/dt, sehingga hanya pada siang hari penonton merasa nyaman. Titik 5, kecepatan angin terendah sebesar 0,1 m/dt pada pagi hari, sedangkan tertinggi pada siang hari sebesar 0,26 m/dt, sehingga hanya pada siang hari penonton merasa nyaman. Titik 6, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,12 pada sore hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, tribun timur sebelah utara baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton, sedangkan tribun barat sebelah

utara hanya pada siang hari kurang nyaman bagi penonton dan pada tribun utara kurang nyaman bagi penonton pada pagi hari.

Posisi 3

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 2 paling tinggi sebesar 0,54 m/dt, sedangkan di titik 3 lebih rendah sebesar 0,08 m/dt dan di titik 4 paling rendah sebesar 0,02 m/dt, dan di titik 5 lebih tinggi sebesar 0,12 m/dt, dan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,1 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,08 m/dt, dan di titik 3 lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 4 paling tinggi sebesar 0,24 m/dt, dan di titik 5 sebesar 0,1 m/dt dan di titik 6 paling rendah sebesar 0,06 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 2 paling tinggi sebesar 0,28 m/dt, dan di titik 3 lebih rendah sebesar 0,06 m/dt, sedangkan di titik 4 paling rendah sebesar 0,0 m/dt, dan di titik 5 lebih tinggi sebesar 0,14 m/dt, dan di titik 6 lebih tinggi sebesar 0,2 m/dt.

Titik 2, kecepatan angin tertinggi sebesar 0,54 m/dt pada pagi hari dan pada sore hari sebesar 0,28 m/dt, sedangkan kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0,08 m/dt, sehingga hanya pada siang hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 3, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,1 m/dt pada siang hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 4, kecepatan angin tertinggi pada siang hari sebesar 0,24 m/dt, sedangkan terendah pada sore hari sebesar 0 m/dt dan pada pagi hari sebesar 0,02 m/dt, sehingga hanya pada pagi dan sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 5, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,14 m/dt pada sore hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 6, kecepatan angin tertinggi sebesar 0,20 m/dt pada sore hari, sedangkan terendah pada siang hari sebesar 0,06 m/dt, sehingga hanya pada sore hari penonton merasa nyaman.

Dari segi kecepatan angin, kecepatan angin pada tribun relatif rendah, hanya pada pagi dan sore hari pada tribun barat sebelah utara, pada siang hari

pada tribun utara sebelah tengah dan hanya pada sore hari pada tribun timur sebelah utara penonton merasa nyaman.

Posisi 4

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,12 m/dt, dan di titik 3 lebih rendah sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 4 paling rendah sebesar 0 m/dt, dan paling tinggi di titik 5 sebesar 0,22 m/dt, sedangkan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,38 m/dt, sedangkan di titik 3 paling tinggi sebesar 0,44 m/dt, sedangkan di titik 4 dan titik 6 paling rendah masing-masing sama sebesar 0,02 m/dt, dan di titik 5 lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,06 m/dt, sedangkan di titik 3 paling tinggi sebesar 0,26 m/dt, dan di titik 4 sebesar 0,04 m/dt, dan paling rendah di titik 5 sebesar 0,0 m/dt, sedangkan di titik 6 lebih tinggi sebesar 0,22 m/dt.

Titik 2, kecepatan angin tertinggi pada siang hari sebesar 0,38 m/dt, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,12 m/dt pada pagi hari, sehingga hanya pada siang hari penonton merasa nyaman. Titik 3, kecepatan angin terendah pada pagi hari sebesar 0,1 m/dt, sedangkan pada sore dan siang hari relatif tinggi dengan kecepatan angin terendah sebesar 0,26 m/dt pada sore hari, sehingga hanya pada pagi hari penonton kurang nyaman. Titik 4, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,04 m/dt pada sore hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 5, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,22 m/dt, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah, sehingga hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 6, kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,22 m/dt, sedangkan pada pagi dan siang hari relatif rendah, sehingga hanya pada sore hari penonton merasa nyaman.

Dari segi kecepatan angin, pada tribun sebelah barat hanya nyaman pada siang hari, sedangkan pada tribun sebelah timur pada siang hari kurang nyaman, dan pada tribun utara sebelah tengah baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 5

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,32 m/dt, sedangkan di titik 3 paling rendah sebesar 0,08 m/dt, dan paling tinggi di titik 4 sebesar 0,44 m/dt, dan di titik 5 lebih rendah sebesar 0,22 m/dt sama dengan di titik 6. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 3 paling rendah sebesar 0,0 m/dt, dan di titik 4 lebih tinggi sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 5 paling tinggi sebesar 0,36 m/dt, dan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,06 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,1 m/dt sama dengan di titik 3, sedangkan di titik 4 lebih tinggi sebesar 0,14 m/dt, dan paling tinggi di titik 5 sebesar 0,2 m/dt dan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,18 m/dt.

Titik 2, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,32 m/dt, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah, sehingga hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 3, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,1 m/dt, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 4, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,44 m/dt, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah, sehingga hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 5, kecepatan angin relatif tinggi dengan kecepatan angin terendah pada sore hari sebesar 0,2 m/dt, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari, penonton merasa nyaman. Titik 6, kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0,06 m/dt, sedangkan tertinggi pada pagi hari sebesar 0,22 m/dt, sehingga hanya pada siang hari penonton merasa kurang nyaman.

Dari segi kecepatan angin, kecepatan angin relatif tinggi pada pagi hari, sehingga pada tribun hanya pada pagi hari penonton relatif merasa nyaman.

Posisi 6

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,1 m/dt, sedangkan paling rendah di titik 3 sebesar 0,0 m/dt, sedangkan paling tinggi di titik 4 sebesar 0,42 m/dt, dan di titik 5 lebih rendah sebesar 0,24 m/dt, dan lebih rendah lagi di titik 6 sebesar 0,08 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 2 paling rendah sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 3 lebih tinggi sebesar 0,1 m/dt, dan di titik 4 lebih rendah sebesar 0,08 m/dt, sedangkan di titik 5 paling tinggi sebesar 0,18 m/dt, dan di titik 6 lebih rendah sebesar 0,14 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 2 sebesar 0,16 m/dt, sedangkan di titik 3 paling tinggi sebesar 0,28 m/dt, dan di titik 4 lebih rendah sebesar 0,2 m/dt, dan paling rendah di titik 5 sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 6 lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt.

Titik 2 kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,16 m/dt, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 3, kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,28 m/dt, sedangkan pada pagi dan siang hari relatif rendah, sehingga hanya pada sore hari penonton merasa nyaman. Titik 4, kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0,08 m/dt, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif tinggi, sehingga hanya pada siang hari penonton merasa kurang nyaman. Titik 5, kecepatan angin terendah pada sore hari sebesar 0,1 m/dt, sedangkan kecepatan angin terendah pada sore hari sebesar 0,1 m/dt, sedangkan pada siang dan pagi hari relatif tinggi, sehingga hanya pada sore hari penonton merasa kurang nyaman. Titik 6, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt pada sore hari, sehingga baik pada pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada tribun kurang nyaman bagi penonton pada siang hari.

Kecepatan angin pada posisi eksisting atau posisi 1 potongan A-A, pada tribun kurang nyaman bagi penonton. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, semua posisi memperlihatkan perbaikan lebih baik dibandingkan posisi eksisting.

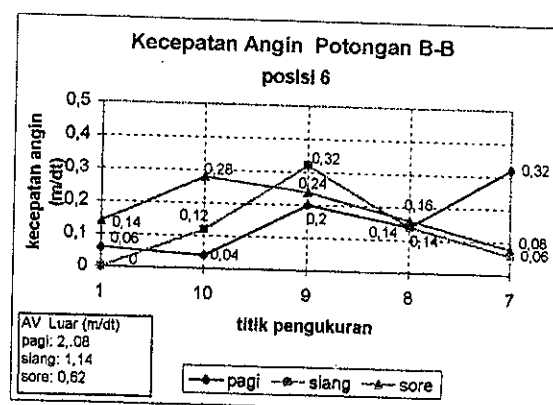
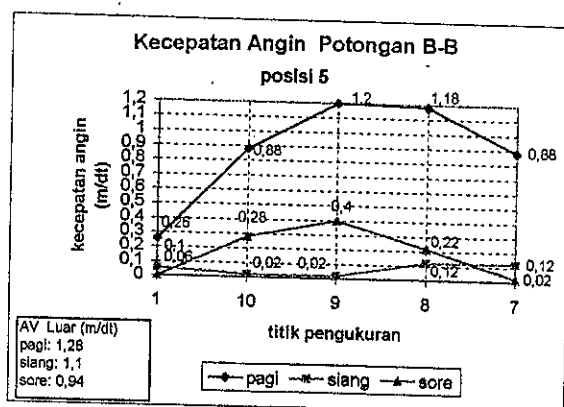
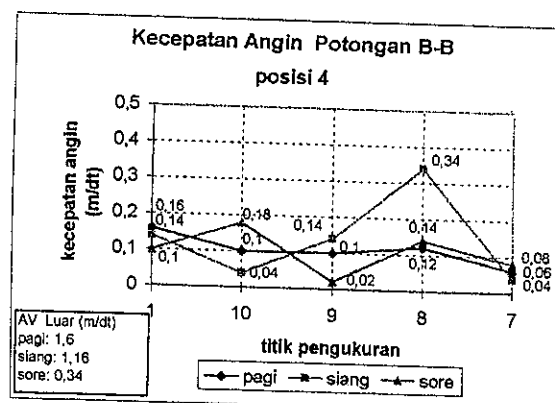
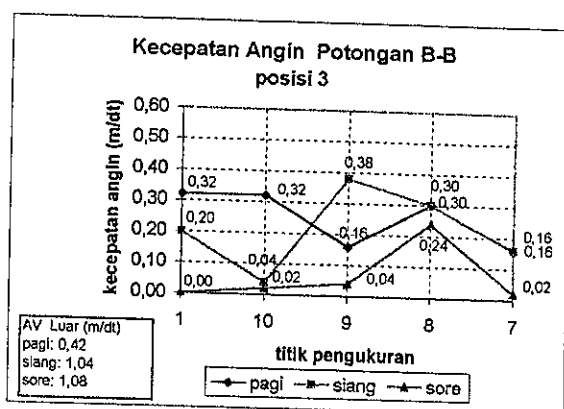
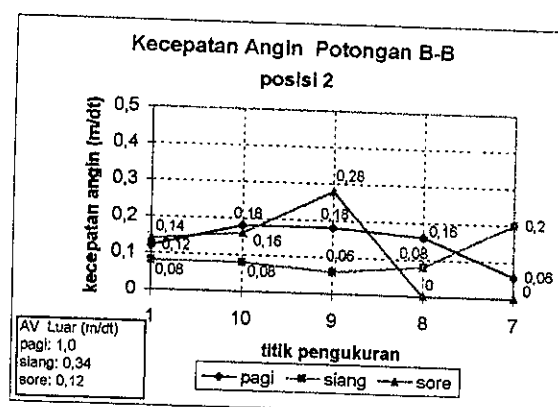
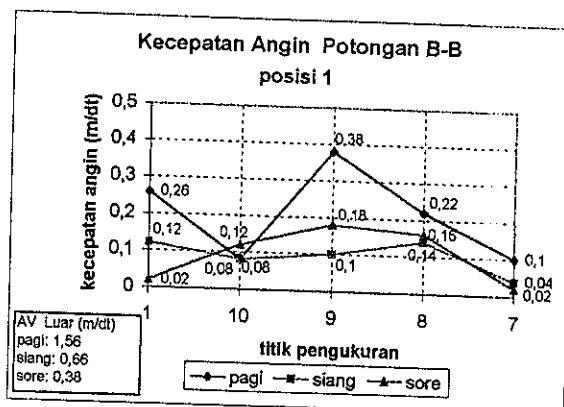
V.2.4. Analisis Kecepatan Angin Potongan B-B

(lihat grafik 7 hal berikut dan gambar 26 hal 60)

Posisi 1

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,26 m/dt, sedangkan di titik 10 paling rendah sebesar 0,08 m/dt, dan di titik 9 paling tinggi sebesar 0,36 m/dt, sedangkan di titik 8 lebih rendah sebesar 0,22 m/dt, dan lebih rendah lagi di titik 7 sebesar 0,1 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,12 m/dt, sedangkan di titik 10 lebih rendah sebesar 0,08 m/dt, dan lebih tinggi di titik 9 sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 8 paling tinggi sebesar 0,14 m/dt, dan paling rendah di titik 7 sebesar 0,04 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,02 m/dt, dan di titik 10 lebih tinggi sebesar 0,12 m/dt, dan paling tinggi di titik 9 sebesar 0,18 m/dt, di titik 8 lebih rendah sebesar 0,16 m/dt, sedangkan di titik 7 paling rendah sebesar 0,02 m/dt sama dengan di titik 1 pada tribun barat sebelah selatan.

Titik 1, kecepatan angin pada tribun sebelah barat tertinggi pada pagi hari sebesar 0,26 m/dt dan terendah pada sore hari sebesar 0,02 m/dt. Sehingga pada sore hari kurang nyaman bagi penonton karena kecepatan anginnya rendah. Titik 10, kecepatan angin pada tribun selatan sebelah barat relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,12 m/dt pada sore hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 9 pada tribun selatan sebelah tengah, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,36 m/dt, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,18 m/dt pada sore hari, sehingga hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 8, kecepatan angin pada tribun selatan sebelah timur, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,22 m/dt, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt pada sore hari, sehingga hanya pada pagi hari penonton merasa nyaman. Titik 7 pada tribun timur sebelah selatan, kecepatan angin relatif rendah dengan



Grafik 7. Kecepatan Angin Potongan B-B

kecepatan angin tertinggi sebesar 0,1 m/dt pada pagi hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada tribun kurang nyaman bagi penonton pada siang dan sore hari.

Posisi 2

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,12 m/dt, sedangkan di titik 10 paling tinggi sebesar 0,18 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 9, sedangkan di titik 8 lebih rendah sebesar 0,16 m/dt, dan paling rendah di titik 7 sebesar 0,06 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,08 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 10 dan di titik 8, sedangkan kecepatan angin paling rendah di titik 9 sebesar 0,06 m/dt, dan kecepatan angin paling tinggi di titik 7 sebesar 0,2 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt dan di titik 10 lebih tinggi sebesar 0,16 m/dt, sedangkan kecepatan angin paling tinggi di titik 9 sebesar 0,28 m/dt, sedangkan di titik 8 dan di titik 7 paling rendah masing-masing sama sebesar 0,0 m/dt.

Titik 1, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,14 m/dt pada sore hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 10, kecepatan angin juga relatif rendah, dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,18 m/dt, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 9, kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,28 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan siang hari relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,18 m/dt pada pagi hari, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 8, kecepatan angin juga relatif rendah, dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 7 pada tribun sebelah timur pada pagi dan sore hari, kecepatan anginnya sangat rendah 0,06 m/dt dan 0,00 m/dt), sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada tribun kurang nyaman bagi penonton.

Posisi 3

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 paling tinggi sebesar 0,32 m/dt sama dengan di titik 10, sedangkan di titik 9 paling rendah sebesar 0,16 m/dt sama dengan di titik 7, dan di titik 8 lebih tinggi sebesar 0,30 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,20 m/dt, sedangkan di titik 10 paling rendah sebesar 0,04 m/dt, dan paling tinggi di titik 9 sebesar 0,38 m/dt, di titik 8 lebih rendah sebesar 0,30 m/dt dan lebih rendah lagi di titik 7 sebesar 0,16 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 paling rendah sebesar 0,0 m/dt, dan di titik 10 lebih tinggi sebesar 0,02 m/dt sama dengan di titik 7 pada tribun timur sebelah selatan, dan di titik 9 lebih tinggi sebesar 0,04 m/dt, sedangkan di titik 8 paling tinggi sebesar 0,24 m/dt.

Titik 1, kecepatan angin terendah pada sore hari sebesar 0,0 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 10, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,32 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 9, kecepatan angin tertinggi pada siang hari sebesar 0,38 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 8, kecepatan angin relatif tinggi, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari nyaman bagi penonton. Titik 7 kecepatan angin relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada tribun relatif nyaman bagi penonton pada pagi dan siang hari.

Posisi 4

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,16 m/dt, sedangkan di titik 10 lebih rendah sebesar 0,1 m/dt sama dengan di titik 9, dan di titik 8 lebih tinggi sebesar 0,12 m/dt, sedangkan paling rendah di titik 7 sebesar 0,06 m/dt.

Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt sama dengan di titik 0,14 m/dt, sedangkan paling rendah di titik 10 dan di titik 7, masing-masing sama sebesar 0,04 m/dt, dan kecepatan angin paling tinggi di titik 8 sebesar 0,34 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 10 paling tinggi sebesar 0,18 m/dt, dan di titik 9 paling rendah sebesar 0,02 m/dt, sedangkan di titik 8 lebih tinggi sebesar 0,14 m/dt, dan di titik 7 sebesar 0,08 m/dt.

Titik 1, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt pada pagi hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 10, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,18 m/dt pada sore hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 9, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,14 m/dt pada siang hari, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 8, kecepatan angin tertinggi pada siang hari sebesar 0,34 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton. Kecepatan angin di titik 7 pada tribun sebelah timur baik pagi, siang maupun sore relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt pada sore hari sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, kecepatan angin di tribun kurang nyaman bagi penonton baik pada pagi, siang maupun sore hari.

Posisi 5

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,26 m/dt, dan di titik 10 lebih tinggi sebesar 0,88 m/dt, sedangkan di titik 9 paling tinggi sebesar 1,2 m/dt, dan lebih rendah di titik 8 sebesar 1,18 m/dt, sedangkan di titik 7 lebih rendah lagi sebesar 0,88 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,1 m/dt, sedangkan di titik 10 paling rendah sebesar 0,02 m/dt sama dengan di titik 9, dan di titik 8 paling tinggi sebesar 0,12 m/dt sama dengan kecepatan angin di titik 7. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,06 m/dt, dan di titik 10 lebih

tinggi sebesar 0,28 m/dt, sedangkan di titik 9 paling tinggi sebesar 0,4 m/dt, dan di titik 8 lebih rendah sebesar 0,22 m/dt, sedangkan paling rendah di titik 7 sebesar 0,02 m/dt.

Titik 1, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,26 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 10, kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0,02 m/dt sehingga kurang nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif tinggi sehingga nyaman bagi penonton. Titik 9, kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0,02 m/dt sehingga kurang nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif tinggi sehingga nyaman bagi penonton. Titik 8, kecepatan angin terendah pada siang hari sebesar 0,12 m/dt sehingga kurang nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif tinggi sehingga nyaman bagi penonton. Titik 7, kecepatan angin tertinggi pada pagi hari sebesar 0,88 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, di tribun kurang nyaman bagi penonton hanya pada siang hari, sedangkan pada sore hari kurang nyaman pada tribun barat dan timur. Pada pagi hari semuanya nyaman.

Posisi 6

Pada pagi hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,06 m/dt dan di titik 10 lebih rendah sebesar 0,04 m/dt, sedangkan di titik 9 lebih tinggi sebesar 0,2 m/dt, dan di titik 8 lebih rendah sebesar 0,14 m/dt, sedangkan kecepatan angin paling tinggi di titik 7 sebesar 0,32 m/dt. Pada siang hari, kecepatan angin di titik 1 paling rendah sebesar 0,00 m/dt, sedangkan di titik 10 sebesar 0,12 m/dt dan di titik 9 paling tinggi sebesar 0,32 m/dt, sedangkan di titik 8 lebih rendah sebesar 0,14 m/dt dan lebih rendah lagi di titik 7 sebesar 0,06 m/dt. Pada sore hari, kecepatan angin di titik 1 sebesar 0,14 m/dt, sedangkan di titik 10 paling tinggi sebesar 0,28 m/dt,

dan di titik 9 sebesar 0,24 m/dt, di titik 8 lebih rendah sebesar 0,16 m/dt, sedangkan di titik 7 paling rendah sebesar 0,08 m/dt.

Titik 1, kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,14 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan pagi hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 10, kecepatan angin tertinggi pada sore hari sebesar 0,28 m/dt sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada pagi dan sore hari relatif rendah sehingga kurang nyaman bagi penonton. Titik 9, kecepatan angin relatif tinggi, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari nyaman bagi penonton. Titik 8, kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,16 m/dt, sehingga baik pagi, siang maupun sore hari kurang nyaman bagi penonton. Titik 7 pada tribun sebelah timur, kecepatan angin tertinggi sebesar 0,32 pada pagi hari, sehingga nyaman bagi penonton, sedangkan pada siang dan sore hari kecepatan angin relatif rendah dengan kecepatan tertinggi sebesar 0,08 m/dt, sehingga kurang nyaman bagi penonton.

Dari segi kecepatan angin, pada tribun barat dan tribun selatan sebelah timur kurang nyaman bagi penonton. Sedangkan pada tribun selatan sebelah tengah nyaman bagi penonton baik pagi, siang maupun sore hari.

Kecepatan angin pada posisi eksisting atau posisi 1 potongan B-B, pada tribun kurang nyaman bagi penonton pada siang hari dan sore hari. Setelah dilakukan perubahan tata letak dan sudut bukaan jendela, hanya posisi 2 dan 4 yang lebih baik dibandingkan posisi eksisting. Sedangkan posisi lain hanya sudah memperlihatkan perbaikan dibandingkan posisi eksisting tetapi berada pada urutan setelah posisi 2 dan 4.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan pada GOR Jatidiri Semarang yang dilakukan pada pagi (08.00-09.00 WIB), siang (13.00-14.00 WIB) dan sore hari (16.00-17.00 WIB) baik pada daerah tribun maupun arena, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Posisi 3, yaitu posisi dimana jendela dibuka dengan sudut 90 derajat pada sisi-sisi yang berseberangan utara-selatan masing-masing selebar $\frac{1}{3}$ L atau sebanyak 28 jendela dan jendela lainnya dibuka selebar 15 derajat, merupakan posisi yang mempunyai kenyamanan baik dari segi temperatur efektif maupun kecepatan angin.
2. Penggunaan gedung olah raga untuk kegiatan bulu tangkis, posisi 3 merupakan posisi yang tepat.
3. Untuk kegiatan olah raga yang tidak dipengaruhi adanya kecepatan angin di arena, posisi 2 dan posisi 3 dapat dipergunakan.
4. Pada kondisi eksisting (posisi 1) dimana jendela dibuka semua dengan sudut 45 derajat, daerah tribun tidak nyaman bagi penonton dari segi temperatur efektif, demikian pula di arena, kecepatan angin mengganggu permainan bulu tangkis, baik pada pagi, siang maupun sore hari.

VI.2. SARAN

1. Kegiatan olah raga pada GOR Jatidiri dilakukan pada pagi sampai malam hari, sedangkan penelitian dilakukan pada pagi, siang dan sore hari, sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut pada malam hari.
2. Penelitian pada GOR Jatidiri ini dilakukan dalam beberapa hari, sehingga agar dapat mencerminkan keadaan yang lebih sesuai, perlu dilakukan penelitian selama satu tahun penuh.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Bouted, Terry S. 1987. *Controlling Air Movement*. New York: McGraw-Hill Book Company
- C.P. Kukreja. 1978. *Tropical Architecture*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Dep. Pekerjaan Umum. 1993. *Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung SK SNI T-14-1993-03*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Frick, Heinz. 1997. *Dasar-dasar Eko-arsitektur*. Yogyakarta: Kanisius.
- Givoni, Baruch. 1994. *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Givoni, Baruch. 1969. *Man, Climate and Architecture*. Amsterdam-London-New York: Elsevier Publishing Company Limited.
- Hardiman, Gagoek. 1996. *Aspek Iklim dan Budaya Dalam Arsitektur/Kota Tropis*. Makalah yang disampaikan dalam Seminar dan Arsitektur Di Daerah Tropis Lembab Menjelang Abad ke 21, di Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- Hadi, Sutrisno. 1978. *Metodologi Research Jilid III*. Yogyakarta: Yayasan Penerbitan Fakultas Psikologi UGM.
- Karyono, Tri Harso. 1999. *Arsitektur Kemapanan, Pendidikan, Kenyamanan dan Penghematan Energi*. Jakarta: PT. Catur Libra Optima.
- Koenigsberger, dkk. 1975. *Manual of Tropical Housing and Building Part 1: Climatic Design*. New Delhi: Orient Longman Limited.
- Lakitan, Benyamin. 1997. *Dasar-dasar Klimatologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

- Lippsmeier, Georg. 1994. *Bangunan Tropis*. Terjemahan Syahmir Nasution. Jakarta: Erlangga.
- Mangunwijaya, Y.B. 1988. *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Prijotomo, J dan Mas Santoso. 1997. *Bunga Rampai Arsitektur ITS*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, Surabaya.
- R. Mather, John. 1974. *Climatology Fundamentals and Applications*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Szokolay. 1979. *Environment Science Handbook for Architects and Builders*. Lancaster, London, New York: The Construction Press.
- Soegijanto. 1998. *Bangunan di Indonesia Dengan Iklim Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan*. Jakarta: Depdikbud
- 1994. *Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olah Raga SNI T-26-1991-03*. Jakarta: Kantor Menpora
- 2000. *Kota Semarang Dalam Angka 2000*. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang.